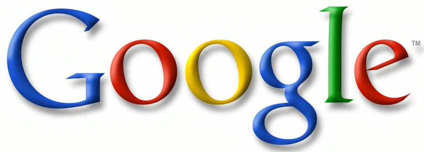
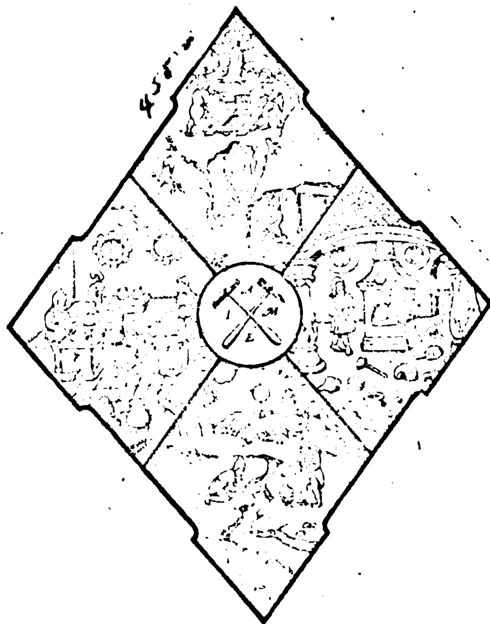
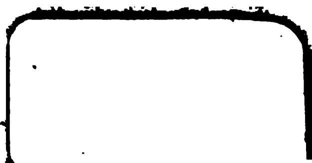








LEITFADEN

ZUR

BERGBAUKUNDE.

VON

DR. ALBERT SERLO

OBERBERGHAUPTMANN UND DIREKTOR DER ABTHEILUNG FÜR BERG-, HÜTTEN- UND SALINEN-WESEN IM MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

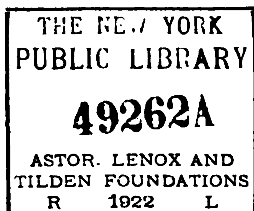
Vierte verbesserte und bis auf die neueste Zeit ergänzte Auflage.

MIT 745 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND 32 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

ZWEITER BAND.



BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1884.



Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Inhalt des zweiten Bandes.

SECHSTER ABSCHNITT.

Förderung.[1])

In den letzten Jahrzehnten hat man grosse Fortschritte in der Grubenförderung gemacht, welche ausser der Ausbildung der fortschaffenden Mechanik überhaupt vorzüglich dem Steinkohlenbergbau zu verdanken sind, der auch die dringendste Veranlassung hierzu hatte, da das grösste Haufwerk bei geringstem Werthe fortzubewegen ist. Weniger lag für Erzgruben, namentlich auf denen edele Erze gefördert werden, ein Bedürfniss zur Vervollkommnung vor, da auf denselben nur geringe Massen fortgeschafft werden und daher auch bei vorzüglichen Einrichtungen der Gewinn unerheblich in Beziehung auf den ganzen Haushalt ist, aber auch auf die Erzgruben sind die Fortschritte allmälig übertragen, namentlich auf solche, wo grobe Geschicke, wie Galmei, Eisenerze, gewonnen werden.

Als allgemeine Regeln sind festzuhalten, dass nicht mehr Substanz zu Tage gebracht wird, als unbedingt nothwendig ist, es darf nur möglichst wenig Taubes und Unhaltiges bewegt werden; bei Erzen sind die verschiedenen Sorten, wenn möglich, schon in der Grube bei der Förderung getrennt zu halten, wogegen bei Steinkohlen die Separation und Trennung in mehrere Sorten nach der Korngrösse über Tage durch Rätter u. dgl. m. ausgeführt wird. Bei reichen Erzen ist alle Verzettelung zu vermeiden, weshalb man sogar die edelsten Anbrüche durch Verschliessen in Kasten sicher stellt. Unnöthiges Umfüllen hat man zu umgehen, da es Geld erfordert, bei Kohlen die Qualität verschlechtert wird. Man hat die kürzesten Förderwege zu wählen und diesen die richtige Neigung zu geben, Veränderungen von Richtungslinien in tonnlägigen Schächten zu vermeiden, insbesondere auch abgesetzte Schächte, desgleichen auf- und absteigende Wege. Es hat die beste Verwendung der vorhandenen Kräfte einzutreten, wobei zu erwägen ist, dass Thiere und Menschen das Maximum bei einer gewissen mittleren Geschwindigkeit leisten.

---

[1]) Alfr. Évrard: les moyens de transport appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics. Paris 1872.

Man hat zu unterscheiden Grubenförderung und Tageförderung und als Verbindung beider Schachtförderung, bei der Grubenförderung ferner Streckenförderung auf söhligen oder mässig geneigten Wegen, Bremsbergförderung unter Einwirkung der Schwere abwärts, durch Maschinen auf geneigten Ebenen aufwärts.

A. Streckenförderung.[2])

Bei der Streckenförderung kommt zunächst das Zusammensäubern der Massen und das Einfüllen in die Fördergeräthe in Betracht. Bei hartem nnd schwerem Haufwerk bedient man sich hierzu des Bergtrogs oder des Korbes und der Bergkratze.

Der Trog aus Holz ist flach muldenförmig, mit Eisenbändern beschlagen und mit Handgriffen versehen oder hat Höhlungen an den Seiten zum Anfassen; in Freiberg hat man prismatische Tröge mit Ohren zum Eingreifen mit den Händen. Der Trog wird entweder aus Holz im Ganzen geschnitten oder aus Eisenblech gefertigt. Für Braunkohlen hat man andere Formen[3]), entweder muldenförmige Tröge, aus Brettern zusammengesetzt und mit Eisen beschlagen und grösser, als auf Erzbergwerken, weil wegen des geringeren specifischen Gewichts ein grösserer Fassungsraum möglich ist, oder man gestaltet die Tröge kastenförmig aus 20 Millimeter starken Brettern oder 2 Millimeter dickem Eisenblech.

Der Korb wird zum Wegfüllen fast nur in Freiberg angewendet. Spankörbe aus Fichtenspänen sind sehr leicht, aber wenig dauerhaft und müssen alle zwei Schichten erneuert werden; daher wendet man lieber durch Böttcher gefertigte Erzkörbe an, auch neuerdings eiserne Körbe, aber nicht zweckmässig aus Draht oder Bandeisen, sondern aus Eisenblech. Es ist zu bemerken, dass 2 Freiberger Körbe gleich 1 Kübel oder 44728 Kubikcentimeter sind.

In Spanien benutzt man zum Wegfüllen und Weiterbefördern einen Ledersack, in Frankreich für Steinkohlen einen Sack aus Zwillich, in Sachsen aus Weiden geflochtene Säcke, welche wie jene über der Schulter getragen werden.

Bei Steinkohlen und ähnlichem Haufwerk wird die Schaufel zum Einfüllen angewendet, auch der Krähl, eine vierzinkige Gabel zum Heranholen der Stücke.

Zur Erleichterung des Einfüllens in die Fördergefässe dienen Rollen, deren Einrichtung mit der Abbaumethode zusammenhängt, die aber auch bei Erzgruben in besonderen Anlagen an den Füllörtern vorkommen, wo sie zugleich, da die Förderung nicht immer umgeht, auch der Schacht be-

---

[2]) The Mining Journal. London. Vol. 43. pag. 380.

[3]) Ottiliä in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 315.

sonders zu füllende Tonnen hat, als Vorrathskammern dienen. Zu Schemnitz hat man Rollen, welche von verschiedenen Strecken aus gefüllt werden und mit einem eisernen Gitter versehen sind, durch welche nur Pochgänge und Grubenklein hindurchgehen, so dass sie gleich zur Sortirung dienen.

Wenn ein Umladen aus einem Fördergefässe in ein anderes stattfindet, also wenn Förderung mittelst Schlepptrog oder Karren mit Wagenförderung combinirt ist, muss man für Anbringung von Sturzbühnen sorgen, von denen aus die Wagen leicht gefüllt werden können[4]).

Als Fördermethoden sind zu unterscheiden:

1. Tragen,
2. Schleifen,
3. rollende Förderung,
4. schwimmende Förderung (Navigationsförderung).

I. Tragen.

Das Tragen ist eine sehr unvollkommene Förderungsmethode und kommt nur noch selten vor, dann aber ausschliesslich durch Menschen, früher auch durch Pferde und Maulthiere. Man benutzt zur Aufnahme der Massen Säcke aus Leder oder Gewebe, Körbe aus Geflecht, Butten aus Böttcherarbeit, das Letztere zu Nagybanya; die Gefässe werden an Tragebändern auf dem Rücken getragen oder auch über der Schulter und durch Riemen gehalten oder, wie in Mexiko, an Riemen, welche über die Stirn gelegt werden. Wo man noch Thiere zum Tragen anwendet, wird die Last auf beiden Seiten in Körben angebracht.

Die Methode ist nur zu entschuldigen in niedrigen und engen Räumen, sowie bei ganz unregelmässiger Sohle, wo man künstliche Vorrichtungen überhaupt nicht anbringen kann.

Die Leistungen sind etwa folgende: 1 Arbeiter trägt $^1/_3$ bis $^1/_2$ Centner mit 31 bis 63 Centimeter Geschwindigkeit in der Sekunde, auf dem Rücken sogar $^3/_4$ seines eigenen Gewichts bei 47 Centimeter Geschwindigkeit in der Sekunde; dagegen trägt 1 Pferd etwa 240 Pfund mit einer Geschwindigkeit von 1,10 Meter in der Sekunde, wenn die Bahn nicht ansteigend ist, bergauf leistet es nicht mehr, als 3 Menschen.

II. Schleifen.

Als Fördergeräthe beim Schleifen dienen der Schlepptrog und der Schlitten, welche häufig nicht unterschieden werden, aber doch insofern von einander abweichen, als beim Schlepptrog die Schlittenkufen an den Langseiten des Trogkastens angebracht sind, beim Schlitten aber die

[4]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 136. — Max Nöggerath ebenda Bd. 3B. S. 179.

Kasten auf besonderen Kufen stehen und von diesen abgehoben werden können. Auf den Gruben bei Saarbrücken[5]) hat man Kasten aus Eichenbrettern, im Lichten 1,25 Meter lang, 0,628 Meter breit, 0,261 Meter hoch, deren Langseiten in der Mitte 10 Centimeter unter dem Boden hervortreten und bogenförmige Kufen bilden; diese, sowie die Ränder des Kastens sind mit Bandeisen beschlagen. An beiden kurzen Seiten befindet sich ein eiserner Haken, an welchem das Sielzeug zum Fortziehen des Schlittens befestigt wird, so dass der Schlitten vor- und rückwärts bewegt werden kann; das Sielzeug wird über eine Schulter um die Brust gelegt, oder besser über beide Schultern. Der Schlepper stützt sich auf einen Stock und zieht vorwärts.

Diese Fördergefässe werden meist in Steinkohlenabbauen gebraucht, um die Massen zu den eigentlichen Förderstellen zu bringen, wie in Frankreich, in Belgien, bei Saarbrücken, selten zur Förderung auf grössere Entfernungen, wie auf den Hultschiner Gruben in Oberschlesien[6]).

Meistentheils wird auf der natürlichen Sohle gefördert; wenn diese zu schlecht und uneben ist, werden Bretter gelegt, auf denen die Schlitten rutschen; in Frankreich hat man früher selbst eiserne Schienen angewendet.

Am besten bewegt man die Gefässe gefüllt abwärts, doch darf die natürliche Sohle nicht unter 5 Grad Neigung haben, am günstigsten ist 8 bis 15 Grad, über 20 Grad Neigung ist die Handhabung schon sehr schwierig. Bei einer Neigung von 15 Grad und darüber geht der Fördermann vor dem Trog rückwärts. In Frankreich wurde der Schlitten früher aufwärts durch Pferde gezogen, wobei das Thier abwärts schreitet und mittelst eines über eine Rolle gehenden Seils das Gefäss aufwärts zieht.

Die Streckenhöhe beträgt im Minimum 0,471 Meter, bei 1,25 Meter Höhe geht die Arbeit am leichtesten; für Pferde ist die Höhe 1,465 bis 1,674 Meter.

An Steinkohlen ladet ein Trog auf natürlicher Sohle 0,75 Hektoliter, auf den Hultschiner Gruben 1 Hektoliter; auf diesen Gruben ist die Leistung in der zwölfstündigen Schicht auf 21 bis 63 Meter Länge 44 bis 66 Hektoliter, auf 272 Meter Länge 22 Hektoliter.

Auf den Gruben bei Saarbrücken haben die Schlepptröge, welche hier Schlitten genannt werden, 2,33 Hektoliter Inhalt, durch Aufsatzbretter erhöht man denselben wohl bis zu 5,5 Hektoliter, um mittelst eines Schlittens einen Wagen von gleichen Inhalt füllen zu können. Man hat Gestänge für die Schlitten angebracht, welches aus 16 Centimeter starken Schwarten mit 5 Centimeter hohen Spurlatten besteht und auf 0,942 Meter von einander entfernten Stegen aus Schwarten liegt. In den 8 bis 10 Grad fallenden, diagonalen Abbaustrecken geht der Schlepper abwärts rückwärts.

---

[5]) Nöggerath a. a. O. Bd. 3B. S. 180.

[6]) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1860. Beilagen S. 18.

Hier ist nur ein Haken an der Vorderseite des Schlittens vorhanden, indem der entleerte Schlitten auf dem Kopfe von dem Schlepper aufwärts getragen wird. In der Förderstrecke ist beim Ausgang der geneigten Abbaustrecke eine Stürzbühne angebracht, von welcher aus der Schlitten in den untergestellten Förderwagen entleert wird. Auf 94 Meter Förderlänge wird ein Schlitten mit 5,5 Hektoliter Ladungsfähigkeit 25 Mal, im Ganzen also 137,5 Hektoliter in der achtstündigen Schicht herabgefördert, auf 42 Meter Förderlänge 165 Hektoliter; dabei sind aber dann 2 Mann thätig, von denen der eine rückwärts vor dem vollen Schlitten schreitet, der andere hält an der entgegengesetzten Seite den Schlitten mittelst eines Seils, welches er sich um den Leib gebunden hat.

Der Reibungscoefficient ist beim Nichtvorhandensein von Gestänge auf 0,5 anzunehmen; dann hat ein Mensch 35 Pfund Zugkraft bei 0,628 bis 0,942 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde, die indess in der Grube in der Regel geringer ist; ein Pferd hat 120 Pfund Zugkraft bei etwa 1,020 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde; ist die Entfernung grösser als 100 Meter, so ersetzt ein Pferd 3 bis 4 Schlepper, sonst nur 2.

Bei Saarbrücken hat man einen sogen. Rollschlitten[7]) angewendet, welcher den Uebergang zum Karren und den seltenen zweiräderigen Fördergeräthen macht. Dieselben sind wie die gewöhnlichen Schlepptröge geformt, haben aber an der einen Seite 2 kleine Rollen, an der anderen Handhaben; bei zu schwerer Bewegung lässt der Schlepper die Rollen aufsetzen und bewegt den Trog auf diesen vorwärts, hingegen wird bei zu schneller Bewegung auf die Kufen aufgesetzt. Diese Schlitten finden sich jetzt kaum noch im Gebrauch.

III. Rollende Förderung.

Als die primitivste Art der rollenden Förderung ist das Fortrollen von Fässern, welche mit Kleinsalz gefüllt sind, auf 2 parallelen Stämmen, wie auf der Steinsalzgrube zu Wieliczka.

a. Karrenförderung.

Die Förderung in Karren steht in der Mitte zwischen tragender und rollender Förderung, da der Mann einen Theil der Last trägt, während der andere Theil auf das Rad drückt und Reibung erzeugt.

In den Gruben hat man wohl nur einräderige Karren, welche man auf Erzbergwerken Kreuzkarren nennt, weil das Sielzeug, in dem die Handhaben ruhen, von dem Schlepper um das Kreuz gelegt wird; ausser in Erzbergwerken wird er auch in oberen Strecken auf Steinkohlengruben benutzt, wie in Saarbrücken (hier höchstens beim Anhieb einfallender

---

[7]) Nöggerath a. a. O. Bd. 3B. S. 180.

Strecken auf flach geneigten Flötzen), Hultschin, Wettin, sowie auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen.

Der kubische Inhalt, von dem die Construction abhängig ist, richtet sich nach dem specifischen Gewicht der zu fördernden Massen, so dass für die schwereren Erze, die kleinsten Kasten angewendet werden. Auf Erzbergwerken sind daher häufig die Wände des Kastens und die Karrenbäume aus einem Stück, der Kasten ist alsdann niedrig, wodurch das Ausstürzen erleichtert wird. Will man einen grösseren Fassungsraum

Fig. 439.

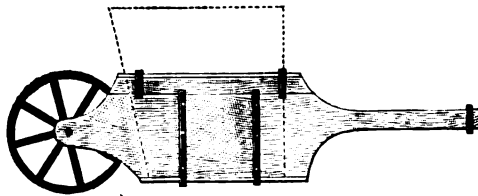


Fig. 440.

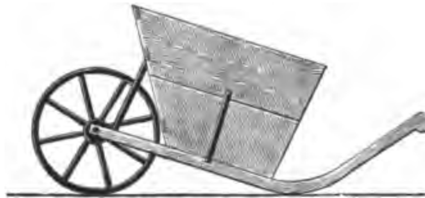
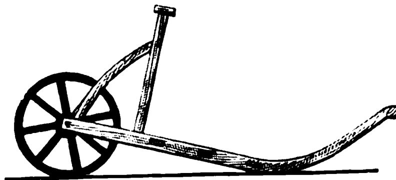


Fig. 441.



haben, so erhöht man den Kasten durch Aufsatzbretter oder wendet auch den Hohlkarren, wie Fig. 439, an; derselbe fällt aber bei leichtem Haufwerk z. B. Braunkohle etwas schwer aus, besonders wenn auch hier noch Aufsatzbretter hinzukommen. Dann setzt man lieber den Kasten auf die Bäume auf und biegt diese entweder aufwärts, wie Fig. 440, oder giebt hinten ein Paar Füsse zum Aufstellen. Auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen[8]) macht man bei diesen Karren die Seitenwände nach oben mässig trapezoidal und stürzt über den nach vorn geneigten Giebel aus; zu weit darf man jedoch hierin nicht gehen, weil sonst der

---

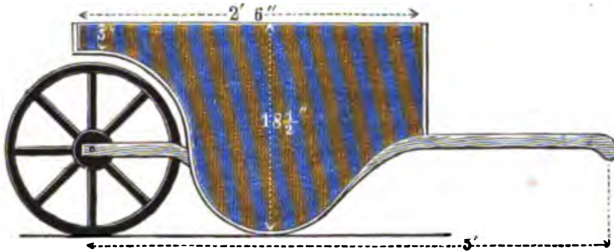
[8]) Ottiliä a. a. O. S. 316.

Schwerpunkt zu hoch liegt und das Gleichgewicht nicht gut erhalten werden kann.

Ausser den Hohlkarren kommen z. B. in der Provinz Sachsen Bockkarren, Fig. 441, mit abhebbarem Gefäss vor, mit welchen aber weniger geleistet wird, als mit jenen[9]).

Auf der Braunkohlengrube zu Eggersdorf bei Schönebeck hat man Karren aus Eisenblech, welche in der Form den Bockkarren ähnlich sind (Fig. 442); sie werden über den Kopf ausgestürzt. Sie haben den

Fig. 442.



Vortheil, dass sich die nasse, klare Kohle nicht so festsetzt, wie in den Holzkarren, auch dass sie grössere Haltbarkeit beim Nichtvorhandensein von sauren Wassern haben, dagegen sind sie schwerer, als Holzkarren.

Der Raddurchmesser ist gebunden an die Oertlichkeiten, doch ist es nicht gut, ihn zu klein zu nehmen; bei Saarbrücken z. B. ist er 0,418 Meter, bei Freiberg 0,523 bis 0,549 Meter. — Die Räder sind meistentheils aus Holz hergestellt und haben einen schmiedeeisernen Laufkranz, zuweilen hat man auch eiserne Räder. Auf der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz in Oberschlesien[10]) hat man sehr gute Erfolge mit Rädern aus Tiegelgussstahl erzielt, ebenso auf den Braunkohlengruben zu Eggersdorf und Altenweddingen. Sie sind bereits längere Zeit unter den schwierigsten Verhältnissen in fortwährendem Betrieb, ohne schadhaft zu werden; sie laufen in ausgedrehten Naben auf festen schmiedeeisernen Achsen, drehen sich deshalb centrisch und geben hierdurch der Karre einen leichten, sicheren Gang. Das Rad ist zwar dreimal so theuer, als ein fertig armirtes hölzernes, dagegen ist es sehr viel haltbarer und gibt den Karren in Folge der festen Lage der Achse eine grössere Dauer.

Das Verhältniss der Hebelsarme, d. h. die Entfernung vom Radnagel, dem Unterstützungspunkt, einerseits bis zum Schwerpunkt des gefüllten Karrens, andererseits bis zum Angriffspunkt an den Handhaben ist verschieden z. B. bei Saarbrücken 0,915 und 1,569 Meter, also 7 : 12, bei Freiburg im Breisgau 0,523 und 1,412 Meter, also 10 : 27.

---

[9]) Ottiliä a. a. O. S. 316.

[10]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 269.

Inhalt und Last. Im Königreich Sachsen[11]) haben die Karren gewöhnlich einen Inhalt von 2 Kübeln oder 89455 Kubikcentimeter mit 2 . 92 Pfund oder nahe 2 Centner Last; seltener fassen sie 3 Kübel. Zu Freiburg im Breisgau haben bei Silber-, Blei- und Kobalterzen die Karren nur 27051 Kubikcentimeter Fassungsraum[12]); zu Saarbrücken ladet man $2^1/_2$ bis 3 Centner Steinkohlen; in der Provinz Sachsen enthalten nach Ottiliä die Karren 0,733 . 0,916 . 1,099 . 1,319 . 1,465 Hektoliter oder, wenn man 1 Hektoliter Braunkohle zu 150 Pfund annimmt, 1 bis 2 Centner.

Die Karren laufen entweder auf natürlicher, fester Sohle oder auf Laufbrettern, welche 26 bis 39 Millimeter stark, 0,262 bis 0,366 Meter breit und auf schwachen Stegen befestigt sind; hat der Karren stark auf- und abwärts zu laufen, so bewegt sich wohl das Rad zwischen 2 Spurlatten, wo dann daneben ein Trittbrett für den Karrenläufer angebracht ist.

Die Manipulation erfolgt je nach der Höhe der Baue entweder in gebückter Stellung vorn über, indem der Schlepper einen breiten Hanf- oder Ledergurt, welcher mit seinen Enden an den Karrenbäumen befestigt ist, um die Hüfte trägt und sich mit den Händen auf das hintere Kastenbrett stützt, oder aufrecht, indem er das Sielzeug um die Schulter trägt und mit den Händen die Karrenbäume erfasst. Bei grösserer Länge geschieht das Laufen in Wechseln, so dass ein Schlepper immer nur eine ganz bestimmte Strecke durchläuft und den Karren dann an den folgenden Schlepper abgiebt; im Königreich Sachsen sind die Strecken etwa 84 Meter lang, eine Strecke von 100 Meter übersteigt schon das Maass und erfordert kräftige Leute.

Die Karrenförderung ist anwendbar bei unregelmässigen und engen, auch bei etwas niedrigen Strecken, bei geringer Fördermasse und geringen Längen, auch gehört dazu, dass die Masse durch Umstürzen nicht verschlechtert wird, so dass die Methode für Steinkohlen nicht zu empfehlen ist.

Weisbach[13]) berechnet bei ganz söhligem Wege und zehnstündiger Arbeitszeit eine Leistung von 64 Kilogramm und eine Geschwindigkeit von 0,5 Meter in der Sekunde, wobei leer zurückgefahren wird, dies macht mechanische Arbeit 32 Kilogrammmeter in der Sekunde und im Arbeitstage 1152000 Kilogrammmeter, wiewohl die Wirklichkeit geringere Werthe giebt. In Freiberg werden bei 6stündiger reiner Arbeit 120 Kübel zu 46 Kilogramm oder 60 Karren auf 84 Meter Länge bewegt, was 463700 Kilogrammmeter macht; in Saarbrücken werden in stehenden Abbaustrecken 120 Centner oder 40, beziehungsweise 48 Karren transportirt, je nachdem 3 oder $2^1/_2$ Centner im Karren geladen werden, die Leistung beträgt 376600 Kilogrammmeter; in der Provinz Sachsen ist nach Ottiliä die grösste Länge 125 Meter,

---

[11]) Weisbach: Lehrb. der Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Braunschweig 1851 bis 1860. Bd. 3. S. 573.

[12]) Daub in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv 1846. Bd. 20. S. 628.

[13]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 572.

bei 9stündiger Arbeit die Nutzleistung 468750 Kilogrammmeter, die beobachtete grösste Leistung war 100 Hektoliter auf 84 Meter Länge oder 630000 Kilogrammmeter; in Hultschin werden 10 bis 9 Tonnen Steinkohlen auf 167 bis 251 Meter Förderlänge transportirt, oder da 1 Tonne zu $3^3/_4$ Centner anzunehmen ist, für 167 Meter Länge 281800 Kilogrammmeter, für 250 Meter 423600 Kilogrammmeter. Die praktisch erreichten Leistungen liegen also zwischen 300000 und 450000 Kilogrammmeter.

Ueber Tage bei Abraumarbeiten giebt man nach Ottiliä den Karren 0,062 bis 0,077 Kubikmeter Fassungsraum. Hier benutzt man auch wohl, wie bei Eisenbahnschüttungen, zweiräderige Karren, welche durch 2 Mann gezogen werden, aber stets auf Laufbohlen laufen. Die hintere Giebelwand wird beim Entleeren herausgenommen oder aufgeklappt und die Masse nach Hinten ausgestürzt; der Kasten ist 1,412 Meter lang, 0,628 Meter breit, 0,628 Meter hoch. Die Laufbohlen sind in der Mitte etwas vertieft und mit Eisenblech beschlagen, dann leisten auf 200 Meter Förderlänge 2 Mann so viel, wie 7 Karrenläufer[14]).

b. Hunde- und Wagenförderung.

Die Hunde und Wagen gehen in einander über, auch bleiben die Benennungen nicht überall getrennt. Beide haben das gemein, dass sie stets eines Fördergestänges bedürfen und dass sie 4 Räder haben, wenn man von den sogen. Schlepp- oder Flötzhunden absieht, welche nur local vorkommen und hinsichtlich ihrer Anwendung den Schlepptrögen entsprechen. Dreiräderige Fördergefässe kommen nicht vor und sind nur versuchsweise gebraucht worden. Bei den eigentlichen Hunden, welche dem Inhalte nach stets kleiner, als die Wagen sind, hat man 2 grössere Hinterräder und 2 kleinere Vorderräder, wogegen bei den Wagen alle 4 Räder gleich gross sind.

1. Ungarischer Hund.

Der ungarische Hund ist nur auf Erzgruben angewendet, wo er aber, wie der deutsche Hund, mehr und mehr vom Wagen verdrängt wird. Er läuft ohne Leitvorrichtung auf Bretter von 0,262 bis 0,366 Meter Breite, 26 bis 52 Millimeter Stärke, am besten aus hartem Holze, weil weiches Holz zu leicht einschneidet, auch findet man wohl, wie am Harz, deutsche Schienen, wobei der Hund aber seinen Charakter verliert; statt eines Brettes bringt man auch wohl 2 schmale an, wodurch erspart wird.

In der ursprünglichen Form convergirt der Kasten nach Oben und nach Vorn, derselbe besteht aus Brettern mit Eisenbeschlag und hat unten gewöhnlich den sogen. Steg zur Verstärkung und Befestigung der Achsen: durch die Gestalt wird der Schwerpunkt ganz nahe vor oder über die

---

[14]) Ottiliä a. a. O. S. 124.

Hinterräder verlegt, auf denen der Hund für gewöhnlich gelaufen wird. An der Hinterwand befindet sich ein Griff, auf welchen der Schlepper niederdrückt, damit der Hund vorn frei schwebt; das Stossen in solcher Weise erfordert viel Uebung.

Die Räder stehen unter dem Kasten, in der Regel fest auf beweglicher Achse, aber auch umgekehrt; früher waren die Räder aus Holz mit Eisen beschlagen, jetzt nimmt man gusseiserne. Die Achsen sind durch Träger unterstützt.

Fassungsvermögen und Gewicht der Last. In Freiberg fasst der Hund 3 Kübel oder 0,134 Kubikmeter; ein geübter Arbeiter setzt noch Wände auf oder einen gefüllten Bergtrog, so dass die Last auf 3 bis 4 Centner anzunehmen ist. Zu Schemnitz in Ungarn soll die gewöhnliche Last 6 Centner, bei bleiischen Geschicken sogar gegen 9 Centner betragen, obschon der Hund nur 0,072 Kubikmeter enthält. Am Harz hat die Last bei 0,150 Kubikmeter Inhalt mit bleiischen Geschicken gegen 6 Centner Gewicht. Auf Friedrichsgrube bei Tarnowitz fasste der bis zum Jahre 1845 gebräuchlich gewesene Hund 0,085 bis 0,093 Kubikmeter.

Dimensionen. In Freiberg convergiren die Wände nur nach Oben, nicht auch nach Vorn; im Lichten beträgt hier

die Breite unten	0,359 Meter
oben	0,333 „
im Mittel	0,346 „
die Länge	1,099 „
die Höhe	0,432 „
die Dicke der Bretter	0,033 „
der Durchmesser der Hinterräder	0,203 „
der Durchmesser der Vorderräder	0,157 „
deren Kranzbreite	0,052 „
die Entfernung der Hinterräderachse vom Hinterrand	0,445 „
die der Vorderräderachse vom Vorderrand	0,078 „

Durch diese Stellung der Räder liegt der Schwerpunkt nahe über den Hinterrädern.

Der Steg ist 0,131 Meter breit, bei den Hinterrädern 0,137 Meter, bei den Vorderrädern 0,105 Meter hoch, so dass die Räder gleich weit vom Boden spielen, nach vorn ist der Steg etwas über den Kasten verlängert. Die Eisenbeschläge sind 0,039 Meter breit, 0,026 Meter dick. Der Inhalt berechnet sich auf rund 0,141 Kubikmeter, wovon der durch die Beschläge, die Schrauben u. s. w. eingenommene Raum abgeht. Die Construction eines solchen Hundes zeigt Fig. 443.

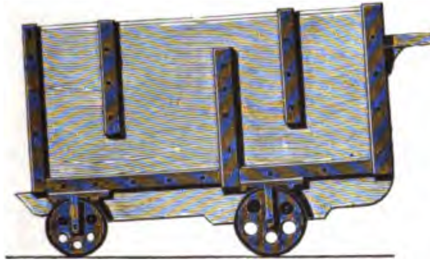
Zu Freiburg im Breisgau hat der Hund

eine hintere Weite:	unten	0,335 Meter
	oben	0,306 „
	im Mittel	0,320 „

eine vordere Weite: unten	0,290	Meter
oben	0,262	„
im Mittel	0,276	„
eine Länge unten wie oben	0,745	„
eine Tiefe	0,345	„
einen kubischen Inhalt	0,084	Kubikmeter
den Durchmesser der Hinterräder	0,170	Meter
deren Kranzbreite	0,052	„
den Durchmesser der Vorderräder	0,131	„
deren Kranzbreite	0,042	„

Der Eisenbeschlag ist 17 bis 26 Millimeter breit, 3 Millimeter dick, die Seitenbretter 26 Millimeter, der Boden 31 Millimeter stark, der Steg

Fig. 443.



aus Buchenholz 92 Millimeter breit und verschieden hoch, je nach den Rädern.

Die Leistung wächst bis zu einer Förderlänge von 628 Meter und nimmt dann wieder ab; die in Ungarn erzielten günstigen Resultate beruhen darauf, dass die Schlepper lange Zeit, bis 10 Jahre, bei dieser Arbeit bleiben, also Uebung bekommen, sowie darauf, dass Tragewerk von hartem Holze und weite Strecken vorhanden sind. Der Effect ist jedoch stets geringer, als bei Wagenförderung, insbesondere wenn die Wagen auf Schienen laufen. Im Maximum leistet ein Schlepper am ungarischen Hund $2^1/_2$ Mal so viel, wie am Karren, günstig ist schon das Verhältniss von 7 : 3 oder 2 : 1, auf dem Harze beträgt es nur 9 : 7.

Das Entleeren erfolgt durch Umstürzen oder auch durch Stürzböcke über dem Rollloch, auf welche sich der Hund mit Zapfen setzt, die unmittelbar über dem Schwerpunkt liegen.

Der ungarische Hund ist besonders geeignet für Erzgruben, wo auf grössere Längen nicht zu viel zu fördern ist, dabei darf die Strecke nicht zu eng, auch das Tragewerk nicht zu uneben sein.

2. Deutscher Hund.

Der deutsche Hund hat Aehnlichkeit mit dem ungarischen, wird aber auf allen 4 Rädern gefahren und hat eine Vorrichtung, um ihn zu leiten,

einen sogen. Spurnagel. Das Gestänge, die Förderbahn besteht aus zwei neben einander gelegten Brettern oder Pfosten, welche auf Stegen liegen, im Zwischenraum läuft zum Leiten der Spurnagel des Hundes; derselbe ist 131 Millimeter breit, 65 Millimeter dick und hat in dem Gestänge 39 Millimeter Spielraum. Statt des Spurnagels hat man auch eine Gabel, gewissermassen einen doppelten Spurnagel, welcher bei der Bewegung eine entsprechend starke Spurlatte im Gestänge umfasst, oder man hat auch Leitrollen, deren gewöhnlich 4 vorhanden sind, zu 2 und 2 mit einem Bügel verbunden, sie liegen unterhalb des Kastens oder, wenn am Boden entleert wird, vorn und hinten; sie verursachen viel Reibung.

Als deutsche Hunde kommen auch Wagen mit Spurnagel hin und wieder vor.

Der deutsche Hund erfordert weniger geschickte Arbeiter, als der ungarische, leistet aber auch nicht so viel, wie dieser; er ist als ein misslungener Versuch zur Lösung der Aufgabe zu betrachten, die jetzt durch Wagen und entsprechendes Gestänge vollständig erledigt ist und dahin gerichtet war, beim Fördern Spur zu halten.

3. Schlepp- und Flötzhunde.

Die als Schlepp- und Flötzhunde bezeichneten Fördergefässe sind keine Hunde mehr, sondern nähern sich dem Wagen, sie sind eigentlich Schlepptröge mit Walzen oder Rädern statt der Kufen und werden, wie jene, örtlich in niedrigen Abbauen bei sehr flachem Fallen angewendet, z. B. im Mansfeldischen, im Schaumburgischen. Diese Hunde laufen meist auf natürlicher Sohle, haben niedrige Kasten entweder auf nahe an einander liegenden Walzen oder auf vier Rädern. In seltenen Fällen bleibt eine Hinterwand des Kastens fort, um in engen Bauen das Haufwerk hineinschieben zu können. Für den Walzenhund wird gewöhnlich kein Tragewerk angebracht, wohl aber für den Räderhund.

Als Beispiel ist der mansfeldische Räderhund[15]) zu betrachten, der auf die Strebbaue beschränkt wird, hier aber durch keine andere Fördermethode ersetzt werden kann, nur hat man zur Erleichterung für mögliche Abkürzung der Förderlänge Sorge zu tragen. Derselbe hat einen länglich viereckigen Kasten aus 26 Millimeter starken Brettern, die kurzen Seiten sind 52 Millimeter stark; im Lichten ist er 1,412 Meter lang, 0,379 Meter breit, 0,157 Meter tief, er geht auf vier Rädern von 0,262 bis 0,288 Meter Durchmesser, deren Achsen 0,523 bis 0,628 Meter von einander entfernt und innerhalb auf dem Boden des Kastens befestigt sind; die ganze Höhe des Hundes beträgt daher nur 0,262 bis 0,288 Meter. Statt der Räder hatte man früher auch 2 Walzen. An der Vorder- und

---

[15]) Mentzel in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. 1865. S. 154. — Erdmenger: Der mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 263.

Hinterseite ist ein Ring zum Einhängen des Sielzeugs vorhanden. Das Ziehen des Hundes innerhalb der niedrigen Strebräume erfolgt am rechten Fusse des Arbeiters, welcher mit Achselbrett und Fussbrett versehen ist, wie aus Fig. 444 ersichtlich ist. Das Gewicht der Ladung beträgt etwa 2 Centner. Bei ausgedehnter Anwendung im Mansfeldischen leistete man früher mit einem Walzenhund in 8stündiger Schicht: bei abwärts gehenden

Fig. 444.



Strebfahrten auf 100 Meter Länge 14 bis 15 Hunde, auf 200 Meter Länge 10 Hunde, auf 400 Meter Länge 6 Hunde, bei steigenden Fahrten die Hälfte der vorstehenden Hundezahl, bei streichenden Fahrten auf 100 Meter 12, auf 60 Meter 15, auf 20 Meter 20 Hunde. Mit Räderhunden leistet man abwärts $1^1/_2$ Mal, auf söhliger Bahn und auf Tragewerk $2^1/_2$ Mal so viel, wie mit Walzenhunden.

Um ein möglichst leicht gangbares Fördergefäss einzuführen, hat man seit 1869 Versuche mit eisernen Hunden gemacht, deren Kasten aus Eisenblech und deren Räder aus Schmiedeeisen hergestellt sind. Die Förderjungen nehmen den eisernen Hund, als leichter gehend, lieber als den hölzernen, zumal er nicht schwerer, als dieser, ist, auch keine Grubenfeuchtigkeit annimmt, also allmälig nicht schwerer wird, wie es beim hölzernen der Fall ist.

4. Wagen.

Die Wagenförderung wird überall da angewendet, wo es sich um bedeutende Massen und grosse Geschwindigkeit handelt, bei Stein- und Braunkohlen und anderen groben Geschicken, neuerdings auch vielfach mit Vortheil bei edlen Erzen, so dass der ungarische Hund mehr und mehr verdrängt wird, der deutsche Hund aber fast schon verschwunden ist. Der Wagen wird stets nur in Verbindung mit Gestänge benutzt, bei grossen Fördermassen mit Schienen.

Man hat zu unterscheiden:

1. hinsichtlich des Gestänges und der Räder: deutsche und englische Wagen;

2. hinsichtlich der Räder: Wagen mit festen Achsen und beweglichen Rädern oder mit auf der Achse festsitzenden Rädern und beweglicher Achse;

3. hinsichtlich des Wagenkastens: Wagen mit festem Kasten (Wagen im engeren Sinne) und Wagen mit abhebbarem Gefäss (Gestellwagen); ausserdem unterscheidet man Kipp- und Stürzwagen, Bühnenwagen, auf welche andere aufgestellt werden.

aa. Gestänge.

Holzbahnen sind die ältesten Laufwege für Wagen, ihnen folgten später die Eisenbahnen, darunter zuerst die s. g. deutschen (tramways der Engländer), welche in Holzconstruction wenigstens 200 Jahre zurück in England schon im Gebrauch waren. Dieselben finden sich schon im Jahre 1600 mit Querschwellen von Eichen- oder Fichtenholz, 0,105 bis 0,157 Meter im Quadrat, 1,569 bis 1,883 Meter lang, 0,628 Meter von einander entfernt, über welche Langbäume von Sycomore- oder Lärchenholz 0,105 bis 0,157 Meter im Quadrat, 1,569 bis 1,883 Meter lang, gelegt und mit Holznägeln befestigt wurden; in solcher Weise war der s. g. single way construirt. Für den double way legte man zwei Langbäume auf einander, füllte den Raum bis zur Oberkante des unteren Langbaums mit Sand aus, damit die Pferde bequem schreiten konnten. Die obere Fläche der Langbäume (rails) war entweder glatt oder seitwärts mit schmalem Rande (ledge) versehen, oder die Kante war abgerundet und die Räder hatten Spurkränze; schon früh brachte man Eisenplatten in den Curven an. Im Jahre 1767 hatte man die ersten gegossenen, platten Schienen von 0,078 Meter Breite mit aufrechten, 0,078 Meter hohen Rippen an jeder Seite in Längen von 1,883 Meter, welche mit Nägeln und Pflöcken von Eichenholz auf den Langbäumen befestigt wurden.

Deutsches Gestänge.

1. Bretter oder Pfosten mit aufgenagelten Spurlatten. Die Dimensionen richten sich nach der Belastung, für 6 bis 10 Ctr. Last macht man sie 0,157 Meter breit, 0,052 Meter stark, meist von Eichenholz, die Spurlatten 0,039 bis 0,052 Meter im Quadrat, zweckmässig von Buchenholz, welche mit Drahtstiften aufgenagelt werden und zwar zu beiden Seiten in solcher Entfernung von einander, dass der Spielraum der Räder in geraden Strecken nicht unter 0,026 Meter bis 0,039 Meter, in Krümmungen bis zu 0,052 Meter beträgt. Diese Holzleitung wird auf Stege gelegt, welche über der offenen Wasserseige 0,131 und 0,105 Meter, auch 0,157 und 0,131 Meter stark sind; dieselben werden 0,942 bis 1,046 Meter von einander entfernt gelegt und in die Streckenstösse eingebühnt.

2. Winkelschienen (plate rails), statt deren man in früherer Zeit auch Rinnenschienen hatte, früher aus Gusseisen, jetzt überwiegend gewalzt. Selten wendet man dieselben ohne Unterlagen an, weil sonst eine zu grosse Stärke gewählt werden muss und die einzelnen Stücke zu schwer werden. Als Unterlage nimmt man Bretter oder Pfosten (Strassbäume) von 0,078 zu 0,078 oder 0,105 zu 0,078 Meter, auf denen die Schienen durch Nägel mit versenkten Köpfen und Widerhaken befestigt werden; die Strassbäume sowohl, wie die Schienen, bei denen solche nicht angewendet werden, liegen auf Stegen, die in die Stösse eingebühnt sind

und über welche ein Laufbrett für den Wagenstösser gelegt wird. Wenn keine Strassbäume vorhanden sind, erhalten die Schienenblätter, wie in Belgien, England, unten eine Verstärkungsrippe, mit denen sie in die Stege eingelassen werden, auch wohl seitliche Ohren, in denen man sie auf den Stegen befestigt. In anderen Fällen giebt man den Schienenstücken an den Enden nur seitwärts halbcylinderische, sich zur Hälfte mit der folgenden Schiene überdeckende Verstärkungen, in denen die Befestigung erfolgt; diese Verbindungsart giebt aber leicht zu Schwankungen Veranlassung. Die Spurrippe böscht man zuweilen etwas ab, um ein Festsetzen der Räder zu verhindern; dieselbe liegt bald nach Aussen, bald nach Innen, das Letztere ist bei der Bewegung mittelst Pferden vorzuziehen.

Die gewalzten Schienen macht man bei uns 52 bis 78 Millimeter breit, 13 Millimeter dick mit 20 bis 26 Millimeter hoher Rippe, deren Gewicht auf den Fuss 2,25 Kilogramm, auf das Doppelmeter etwa 30 Kilogramm beträgt, wobei Strassbäume vorhanden sein müssen. Auf den Gruben bei Saarbrücken sind bei 10 Centner Ladung diese Schienen 72 Millimeter breit, 13 Millimeter stark, mit 26 Millimeter hoher, 9 Millimeter dicker Rippe und liegen auf 78 Millimeter hohen, 105 Millimeter breiten Stegen, die mit Holzstiften befestigt sind; das Doppelmeter solcher Schienen wiegt 18 Kilogramm.

Versuchsweise hat man steinerne Stege angewendet, auch solche von Gusseisen, wie in Belgien, zu Anzin, in England. Der Steg hat dann entweder eine Vertiefung zur Aufnahme der Schienen, welche darin mit einem Holzpflock festgekeilt wird oder einen Vorsprung in der Vertiefung, mit welchem ein Loch in der Schiene correspondirt; umgekehrt ist auf den Gruben bei Abercarne in Südwales an den Schienen ein Ansatz, welcher in ein Loch des gusseisernen Steges passt[16]).

Die Uebelstände deutschen Gestänges sind die, dass dss Holz sich leicht abnutzt, die Anlage also theuer wird, Schienen von Gusseisen sind gleichfalls wenig haltbar, bei der gleichzeitigen Anwendung von Guss- und Walzeisen ist die verschiedene Ausdehnung beider Materialien nachtheilig. Die vielen Stösse, welche die Räder bei der Kürze der Gussstücke und durch die vielen Nagellöcher erfahren, sind nachtheilig und bewirken ein wenig stabilen Gang, so dass ein geringerer Effect, als bei englischem Gestänge erzielt wird. Dagegen hat man den einen Vortheil, dass beim Legen weniger sorgfältig verfahren zu werden braucht, Wechsel und Ausbiegungen sich leichter herstellen lassen und Krümmungen besser.zu überwinden sind.

Zu erwähnen ist noch, dass man in England gusseiserne Schienen hat, deren Rippe so hoch, wie das Blatt breit, ist, so dass sie sich umdrehen lassen, wenn das Blatt als solches nicht mehr zu brauchen ist[17]).

---

[16]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt, der Steinkohlenbergbau in England u. Schottland in Zeitschr. f: B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 58.

[17]) Herold, ebenda. Bd. 3B. S. 40.

Englisches Gestänge.

Ursprünglich bestand das englische Gestänge aus hölzernen Strassbäumen, welche man zweckmässig etwas in die Stege einlegt, dieselben bestanden aus Eichenholz, auf denen Latten von Buchenholz aufgenagelt wurden. Dies führte hinüber zum Benageln mit Flachschienen, was in Verbindung mit Langschwellen auch über Tage bei der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn angewendet, aber bald beseitigt wurde. Die Flachschienen sind 33 Millimeter breit, 3 bis 7 Millimeter dick; sie lockern sich leicht in den Nagellöchern und haben keine glatte Fläche, weshalb man zu anderen Constructionen übergegangen ist.

Man wandte hochkantige Stäbe mit oblongem Querschnitt an, 39 bis 46 Millimeter hoch, 20 bis 26 Millimeter breit, mit durchgehenden Nagellöchern; dieselben sind schwer und plump und doch nicht stabil, weshalb auch sie verlassen sind.

Kantenschienen mit Keilbefestigung[18]) sind leicht zu legen und zu biegen, halten aber nicht gut und bedürfen häufig des Nachziehens der Keile, ihre Krone liegt zu tief, auch werden die Räder leicht angegriffen. Auf den Gruben bei Saarbrücken sind die Schienen 48 Millimeter hoch, 11 Millimeter breit und werden zur Hälfte ihrer Höhe in die 10 Centimeter hohen Stege versenkt, wo sie durch einen Holzkeil festgehalten werden, der in der Regel auf der inneren Seite angebracht wird; ein Doppelmeter dieser Schienen wiegt 10 Kilogramm.

Auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen sind die Schienen 52 Millimeter hoch, 10 bis 11 Millimeter breit und werden gleichfalls auf die Hälfte ihrer Höhe in die Stege eingesenkt, doch macht man hier abweichend den Keil etwas niedriger, als der Einschnitt im Steg tief ist, was nicht gebilligt werden kann, da sich immer Schmutz ansammelt, der zuletzt den Gang der Räder hemmt; die Keile sind hier 16 Centimeter lang, 23 Millimeter hoch, hinten 36 und 29 Millimeter, vorn 29 und 23 Millimeter breit.

Früher hat man auch Kantenschienen mit Hakenbefestigung angewendet, indem ein an dem Stege befestigter Haken in ein Loch der Schiene eingriff, diese Einrichtung war sehr wenig stabil. Auch hat man statt der Holzschwellen entweder die natürliche Gesteinsohle oder Steinschwellen benutzt, das Letztere z. B. auf der Tagebahn der Grube Himmelfahrt bei Freiberg, wo man einen eisernen Keil in die Schwelle eingebohrt hat, an welchem die Schiene angeschraubt wurde, wodurch eine stabile Bahn nicht hergestellt wurde.

Zur Vermeidung eines Theils der Uebelstände hat man Z-Schienen angewendet, z. B. auf den Gruben bei Saarbrücken nach Fig. 445, wo die

---

[18]) Nöggerath a. a. O. Bd. 3B. S. 182. — Ottiliä ebenda. Bd. 8B. S. 317.

Schiene 70 Millimeter hoch war und zur Hälfte in den Steg versenkt wurde, die Flügel hatten eine Breite von 14 Millimeter, ein Doppelmeter wog 20 Kilogramm; aber auch bei dieser Construction zeigten sich die angegebenen Nachtheile.

Gegossene Schienen sind selten und auch wohl nur auf Grubenbahnen über Tage versucht, in Gestalt der s. g. Fischbauchschienen

Fig. 445.

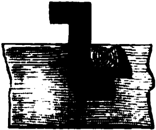


Fig. 446.

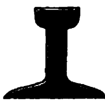


Fig. 447.

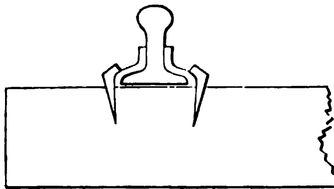


nach obenstehender Form, Fig. 446 und 447, in Stücken gleich den Entfernungen zweier Stege von Mitte zu Mitte; gewalzte Fischbauchschienen, welche in Stühlchen befestigt wurden, hatte man früher in England[19]).

Den Schienen von Locomotivbahnen sind nachgebildet die T-Schienen in Stühlchen, die Flügelschienen, welche an manchen Stellen auch T-Schienen genannt werden, und die Brück- oder Hohlschienen; dieselben sind sämmtlich gewalzt, obwohl die letzteren auch gegossen vorkommen.

Die T-Schienen in Stühlchen haben in Deutschland wenig in Anwendung gestanden, häufiger in Belgien, stellenweise auch in England[20]); sie veranlassen Schwierigkeiten beim Legen, weil nicht nur die Stühlchen

Fig. 448.



auf den Stegen befestigt, sondern auch die Schienen in den Stühlchen festgekeilt werden müssen. Bei Eisenbahnen finden sich wohl noch T- und doppelt T-Schienen, von denen man letztere umkehrt, wenn der Kopf als solcher nicht mehr verwendet werden kann, was indess in Preussen verboten ist. Auf der westfälischen Staatsbahn hat man statt der Stühlchen Winkellaschen an die Schienen angebracht, mittelst deren dieselben auf den Schwellen befestigt wurden[21]). Bei einer zur Pferdeförderung über Tage dienenden Grubenbahn auf einer westfälischen Grube hat man auf den Stegen Schuhe von Schmiedeeisen angewendet, in welchen die Schienen-

[19]) v. Oeynhausen und v. Dechen, über Schienenwege in England in Dr. Karsten Archiv 1829. Bd. 19. S. 50.

[20]) Busse, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 103.

[21]) Zeitschr. f. Bauwesen, redigirt von Erbkam. Berlin 1856. Bd. 6. S. 409.

enden eingesteckt ruhen. Sie sind dem Profile der Schienen entsprechend. Fig. 448, aus $6^1/_2$ Millimeter starkem Eisen hergestellt und wiegen etwa $^1/_2$ Kilogramm. Ihre aufgebogenen Backen werden durch Hammerschläge gegen die Schienenseiten dicht angetrieben und wird die Sohle durch 4 Hakennägel auf den Stegen befestigt[22]).

Die Flügelschienen sind den breitbasigen oder Vignolesschienen nachgebildet, haben sich am besten bewährt und sind jetzt am verbreitetsten. Bei Locomotivbahnen über Tage wird die Verbindung an den Stössen der Schienen durch s. g. Stoss- oder Stuhlplatten und durch Seitenlaschen aus Puddelstahl hergestellt, welche mittelst durchgehender Schraubenbolzen befestigt werden, auf den Zwischenschwellen wird die Schiene durch Hakennägel oder s. g. Kloben festgehalten; in anderen Fällen ist der Schienenfuss nur mit der Wechselplatte verschraubt, welche ihrerseits durch Hakennägel gehalten wird. Beim Bergbau findet jetzt durchgängig die Anwendung von Hakennägeln zur Befestigung statt an Stelle des früher wohl gebrauchten Lochens des Fusses; gewöhnlich liegen die Schienen hierbei unmittelbar auf dem Steg und sind dann wohl um die Dicke des Fusses in denselben eingelassen; die Schienen stossen an den Enden glatt an einander. Selten liegen, wie auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen[23]), die Schienen auf 52 Millimeter starken Längsbrettern, durch welche die Hakennägel hindurch bis in die unterliegenden Stege reichen, die Bretter sind nur so weit von einander entfernt, dass das zwischen ihnen liegende Laufbrett auf dieselben aufgenagelt werden kann. Auf Zeche Hamburg in Westfalen sind bei Flügelschienen an Stelle der Laschenverbindung an den Stössen Bohlenstreifen von 20 Centimeter Länge, 10 Centimeter Breite und 5 Centimeter Stärke, die Füsse der Schienen überdeckend, auf die Schwellen an der äusseren Geleisseite aufgenagelt und ist dadurch eine sichere Lage der Geleise erreicht worden[24]). Die Wechselstege, auf denen die Schienen an einander stossen, sind in der Regel 10 Centimeter hoch, 16 Centimeter breit, die Mittelstege 10 Centimeter hoch, 10 Centimeter breit. Die Flügelschienen unter Tage bei Lasten von 10 bis 12 Centner und grossen Fördermassen wiegen im Doppelmeter gegen 20 Kilogramme, schwächere Formen mit etwa 10 Kilogramme auf das Doppelmeter erwähnt Ottiliä; auf der Tagesbahn des Müsener Stahlbergs liegen Schienen von 52 Millimeter Höhe, welche unten 52 Millimeter, in der Kronenfläche 35 Millimeter breit sind und 20 Kilogramme im Doppelmeter wiegen, im Stolln sind sie nur 44 Millimeter hoch und 39 Millimeter im Fuss breit. Auf den Gruben bei Saarbrücken stellt man jetzt bei grossen Fördermassen und Pferdeförderung die Verbindung an den Wechseln durch viermal gelochte Laschen von 31 Centimeter

---

[22]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 372.

[23]) Ottiliä a. a. O. S. 318.

[24]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 236.

Länge und Wechselstühlchen (Unterlagsplatten zur Aufnahme des Schienenfusses) mit aufgelegten, verschraubten Platten (Deckplatten) her, die Stege liegen 52 Centimeter von einander entfernt; man hat dort drei Sorten von Schienen im Gebrauch, deren

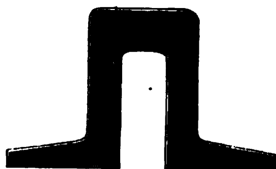
	1	2	3
Kopfbreite	38 Millimeter	33 Millimeter	28 Millimeter
Rippenstärke	11 "	11 "	8 "
ganze Höhe	78 "	78 "	78 "
Fussbreite	61 "	61 "	61 "
Gewicht auf den laufenfenden Meter	14 Kilogramme	11½ Kilogramme	9 Kilogramme

von denen die erste Sorte am seltensten, die dritte am häufigsten in Anwendeng steht; sie sind sämmtlich höher, als die früher benutzten, was ganz zweckmässig ist, namentlich bei Pferdeförderung, weil das Ansetzen von Schmutz behindert wird.

Brückenschienen sind auf Locomotivbahnen in Amerika beliebt, auch in England vorhanden, z. B. auf der im Jahre 1838 erbauten Great Western-Eisenbahn, wo sie in Verbindung mit Langschwellen angewendet wurden; sie kommen auch mit Stuhlplatten vor.

In England sind sie nicht selten in den Gruben benutzt, vorherrschend in Durham, Northumberland, Lancashire[25]); wo als Stege 10 Centimeter

Fig. 449.



hohes Kiefernholz sich findet, welche unmittelbar auf dem Liegenden liegen und auf denen die Schienen mittelst Hakennägel befestigt werden; sie haben die in der Figur 449 dargestellte Form, sind im Fuss 78 bis 85 Millimeter, im Kopf 26 bis 36 Millimeter breit und 39 Millimeter hoch. Das Doppelmeter solcher Schienen wiegt 20 Kilogramme. Die Schienen sind jedenfals sehr stabil, kommen aber bei uns nur selten vor, neuerdings auf dem Steinkohlenbergwerk bei Ibbenbüren; bei gleichem Gewicht möchten sie den Flügelschienen wegen ihrer geringeren Höhe nachstehen.

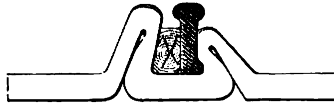
In mehreren Revieren hat man in neuerer Zeit Stahlschienen für die Grubenförderbahnen zur Anwendung gebracht. Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man Schienen aus Bessemerstahl eingebaut, von deren Haltbarkeit man befriedigt ist, nur die für die Curven kalt gebogenen

[25]) Busse, a. a. O. Bd. 6B. S. 113. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt, ebenda. Bd. 10B. S. 58.

Schienen zeigen Neigung zum Springen[26]). Auf den westfälischen Gruben stehen Schienen aus Krupp'schem Gussstahl in Gebrauch, dieselben sind, nach dem Gewicht berechnet, in der Anschaffung um Weniges theurer, als Eisenschienen, dagegen halten sie länger und können im Profil leichter hergestellt werden, auch lässt sich das Material nach gemachtem Gebrauch höher verwerthen als das verbrauchter Eisenschienen[27]). Auf den Gruben des Kölner Bergwerksvereins in Westfalen hat man 65 Millimeter hohe Bessemerschienen mit schwebendem Stosse eingebaut, wobei sich eine erhöhte Förderleistung bei annähernd geichem Kostenaufwande für die Hertellung und bei verminderten Reparaturkosten ergeben hat. Dieselbe Verbesserung ist auf der Braunkohlengrube am Meissner in Hessen eingeführt[28]). Auch in Saarbrücken wendet man jetzt allgemein Schienen aus Flusseisen an.

Zur Befestigung der Schienen hat man auf der Grube Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen eiserne Schwellen benutzt[29]). Dieselben bestehen aus gewalzten Schienen mit aufgegossenen Stühlchen, in welchen die Bahnschienen durch eiserne Keile befestigt werden. Diese Einrichtung, aller-

Fig. 450.



dings theurer, als bei Anwendung von Holzschwellen, hat den Vorzug grösserer Haltbarkeit, kann schneller verlegt und wieder aufgenommen werden, was namentlich da von Wichtigkeit ist, wo eine öftere Verlegung der Bahn, z. B. bei quellendem Liegenden erforderlich ist. — Eiserne Schwellen nach dem System von Legrand[30]) sind auf westfälischen Gruben mehrfach zur Anwendung gelangt. Die Schwellen haben ⊓ förmigen Querschnitt und besitzen dem Profil der Schienen entsprechende Biegungen in Form von Schuhen, Fig. 450, zum Durchstecken und Befestigen der Schienen. Die Eisenstärke beträgt etwa 32 Millimeter, die Breite 65, die Höhe der äusseren Schuhseite 39, der inneren Seite 26 Millimeter, die der Länge etwa 90 Centimeter, die Spurweite 55 Centimeter, das Gewicht $4^1/_2$ Kilogramm und der Preis 1,5 Mark. Die Schienen werden durch Keile von Buchenholz, welche auf deren Aussenseite angetrieben werden, in den Schuhen festgehalten. Die Schwellen werden in Abständen von

[26]) Ebenda. Bd. 20B. S. 372.

[27]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetriebe in Preussen während der Jahre 1863 bis 1869 in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 71.

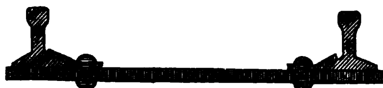
[28]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 158.

[29]) Ebenda. Bd. 17B. S. 71.

[30]) Ebenda. Bd. 20B. S. 372.

86 bis 104 Centimeter gelegt und ruhen auf einem Bett von Steinschrott mit Koksasche. Die Schienenenden werden durch an der Aussenseite der Schienen liegende eiserne Haken festgehalten; dieselben sind aus 9,8 Millimeter starkem Rundeisen angefertigt, 157 Millimeter lang und haben umgebogene Enden von 13 Millimeter Länge; bei 65 Millimeter vom Ende ist die Schiene für Aufnahme des Hakens durchlocht; die Haken werden durch die mit entsprechenden Nuten versehenen Keile mit festgehalten. — Auf westfälischen und Saarbrücker Gruben ist die Verlegung eiserner Schienen auf eisernen Schwellen sehr gebräuchlich geworden: es werden die Schienen alternirend von aussen und innen in Laschen geschoben, welche auf den Schienen aufgenietet sind. Nach Fig. 451 — ist das Ein-

Fig. 451.



schieben auf der innern Seite erfolgt, bei der folgenden Schiene findet es auf der äusseren Seite statt, wonach die Laschen aufzunieten sind. Die Schienen liegen in dieser Verbindung fest, ohne die Spurweite zu verändern, sie sind sehr leicht zu verlegen und schnell auszuwechseln [31]). Auf der Gouley Grube bei Aachen, so wie auf vielen anderen Gruben sind derartige Schienen und Schwellen aus Gussstahl hergestellt. Auch im Siegen'schen, so wie auf Rheinpreussen stehen eiserne Schwellen im Gebrauch [32]).

Auch Steinunterlagen hat man statt der Schwellen auf den oberharzischen Gruben eingeführt [33]) und dabei gute Erfolge erzielt, indem man das häufige Auswechseln der Schwellen erübrigt. In die Steinunterlagen werden Löcher gebohrt, welche mit Holzpflöcken ausgefüllt werden, auf welche man alsdann die Schienen festnagelt.

Die eisernen Schwellen verdienen vor den Steinunterlagen den Vorzug, weil die Bahn schneller zu legen und leichter zu verlegen und zu berichtigen ist.

Wechsel, Gabelungen, Streckenkreuze.

Bei deutschem Gestänge sind an den Stellen, wo sich Schienenbahnen abzweigen oder kreuzen, meist Vertische angebracht, die man wohl mit Eisenblech von 3 bis 7 Millimeter Dicke oder auch mit Gussplatten belegt, wie auch ähnlich die Sohlen der Füllörter belegt werden, was auch

[31]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 437. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 338; 1879. S. 187. — Der Berggeist. Köln 1878. S. 257.

[32]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 270; Bd. 30B. S. 243; Bd. 31B. S. 197.

[33]) Ebenda. Bd. 20B. S. 372.

bei englischem Gestänge stattfindet; das Einlenken der Wagen in die neue Schienenbahn erfolgt lediglich durch die Handhabung des Schleppers. Einfache Gabelungen kann man durch Schienen direct ausführen, was bei Kreuzen ebenfalls möglich ist, aber complicirt wird und nur durchführbar ist, wenn man besonders gegossene Stücke anwendet.

Für englisches Gestänge sind Vertische gleichfalls anwendbar, indem man die Oberfläche der Strassbäume oder der Schienen vor der Einmündung in den Vertisch so tief senkt, dass der Wagen ohne Stoss sich auf die Spurkränze der Räder setzt; sie kommen indess nur bei Abzweigungen nahe im rechten Winkel oder ähnlichen Kreuzen vor, wo man das Einführen des Wagens durch innere Leitschienen sichert, und auch nur bei

Fig. 452.

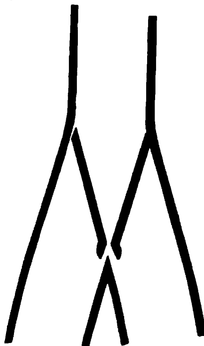
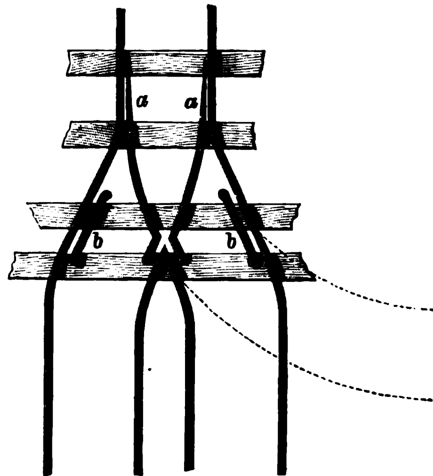


Fig. 453.



Förderung durch Menschen. An Wechseln der Bahn hat man auf der Grube Graf Beust bei Essen statt schmiedeeiserner Platten Vertischungen oder Bühnen aus gusseisernen Platten von 0,197 Quadratmeter Grösse und 16 Millimeter Dicke gelegt, welche in einem 26 Millimeter dicken Bette aus Trassmörtel ruhen; dieselben werfen sich weniger, werden nicht so glatt und sind billiger als schmiedeeiserne Platten[34]). Auf amerikanischen Steinkohlengruben, wo man die unten noch weiter zu erwähnenden schweren Förderwagen im Betrieb hat, wendet man niemals Belagplatten oder Bühnen an, weil die Wagen zu schwierig zu lenken sind, dieselben werden vielmehr überall durch Weichen in die andere Richtung eingeführt[35]).

Pferde können solche plötzliche Biegungen nicht passiren, weshalb man alsdann allmälige Richtungsveränderungen durch Gabelungen und

---

[34]) Ebenda.

[35]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 17.

Curven eintreten lässt, was überhaupt für rasche Förderungen gut ist. Für Menschenförderungen stellt man solche Gabelungen nur durch Ausschneiden der Schienen her, Fig. 452, was zwar auch bei Pferden geht, doch sind hier drehbare Spitzen besser, denen man Contreschienen hinzufügt, Fig. 453, wo aa die beweglichen Spitzen, bb die Contreschienen bedeuten. Zwei solcher Spitzen, welche auf Eisenplatten gleiten, sind nothwendig, wenn der kommende Zug bald in den einen, bald in den anderen Strang der Gabelung einlenken soll; geht aber beispielsweise der kommende Zug stets rechts, der andere stets links, so genügt an dieser Stelle eine Spitze. Aehnlich ist die Einrichtung, wenn die Gabelung als Wechselplatz dient, und später beide Stränge sich wieder vereinigen.

Zwei Spitzen kann man nach Art einer Weiche durch eine Stange mit Hebel vereinigen und so stellen, dass die eine immer offen, die andere

Fig. 454.

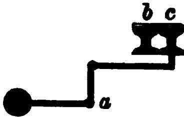
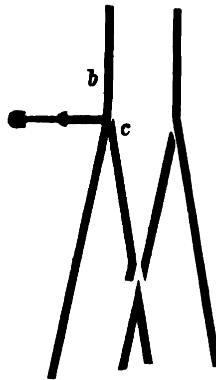


Fig. 455.



immer geschlossen ist; auch kann man die Bewegung immer in demselben Sinn selbstthätig stellen lassen, wie z. B. in ähnlichen Fällen bei Bremsbergen in England[36]) geschieht durch einen an die Schienen, beziehungsweise an die Spitze befestigten und belasteten Winkelhebel, Fig. 454 und 455, worin a den festen Drehpunkt des Hebels, b die feste, c die bewegliche Schiene bezeichnet.

An einer Weichenstellung auf der Grube ver. Hannibal bei Bochum in Westfalen[37]) hat man durch seitlich befestigte Gummibänder die Einrichtung getroffen, dass dieselbe immer nach einer und derselben Seite angelegt erhalten wird. Wenn der Wagenzug, welcher hier von Pferden bewegt wird, von der Seite des spitzen Winkels her kommt, so drücken die Spurkränze der Räder die Weiche ab, welche alsdann nach dem Passiren des Zuges durch die Gummibänder wieder geschlossen wird.

---

[36]) Herold a. a. O. Bd. 3B. S. 41. — Busse ebenda. Bd. 6. S. 102.

[37]) Hauchecorne a. a. O. S. 71.

An Gabelungen wendet man mit Vortheil gegossene **Herzstücke** von Hartguss an, so in England, auch in Westfalen[38]); die Schienen werden als Fortsetzung der Herzstücke eingelegt. Auch auf der Königin Luise Grube in Oberschlesien hat man derartige Herzstücke aus Hartguss mit Vortheil zur Anwendung gebracht.

Drehscheiben findet man, um leicht im Winkel ablenken zu können, bei Saarbrücken, auf der Zeche Nachtigall bei Witten; die Drehscheibe ruht auf einem mittleren Zapfen, ausserdem bewegt sie sich an der Peripherie auf Rollen, welche im Unterbau eingebracht sind, doch fehlen dieselben auch wohl bei kleinen Scheiben.

Allgemeines über Förderbahnen.

Bei starker Förderung ist zweckmässig zwei Geleise neben einander zu legen, damit der volle Wagenzug immer auf dem einen, der leere auf dem anderen laufen kann; wenigstens muss man beim Vorhandensein nur eines Geleises in angemessenen Entfernungen Wechsel anbringen, an denen der leere Zug dem vollen ausweichen kann, die Anwendbarkeit derselben ist durch die Lagerstätte und die Dimensionen der Baue bedingt. In Querschlägen mit einseitiger, offener Wasserseige, wo also Menschen die Wagen stossen, geht das Geleise für die leeren Wagen in den Wechseln über derselben.

Fig. 456.



Bei Förderung mittelst stationärer Maschinen und Seilen, wo der Punkt der Begegnung genau bekannt ist, hat man nur an dieser Stelle doppeltes Geleise und sonst nur drei Schienen, Fig. 456, wo a ein Herzstück von Gusseisen darstellt, ja selbst nur einfaches Geleise.

Im letzteren Falle ist aber die Führung der Seile schwierig und eine Weichenstellung nothwendig, die sich allerdings selbstthätig machen lässt; im ersteren Falle hat man nur eine geringe Ersparung an Streckenbreite und an Anlagekosten des Schienenweges, die sich aber durch stärkere Abnutzung der Mittelschiene wieder ausgleicht. In England hat man diese

[38]) Serlo etc. ebenda. Bd. 10B. S. 58. Ebenda. A. S. 206. — Hauchecorne a. a. O. S. 71.

Einrichtung auch bei flachen Strecken, wo man auch noch den dritten Fall hat, dass auf der halben Länge einfaches, auf der unteren Länge doppeltes Geleise liegt[39]).

Die Bahnen haben im Allgemeinen nach den Schächten zu Neigung. Für Stolln ist für die vor dem 1. October 1865 verliehenen Erbstolln, deren Verleihung seitdem nicht mehr stattfindet, die Neigung in Preussen vorgeschrieben und durch den Zweck bedingt, bei Tiefbauen mit Sohlenbildung dagegen kann man ohne Nachtheil das Ansteigen nach dem Bedürfniss reguliren.

In Belgien ist im Allgemeinen angenommen, dass bei kürzeren Förderlängen zweckmässig so viel Neigung zu geben ist, um den vollen Wagen freiwillig herabgehen zu lassen, wofür man dort ein Neigungsverhältniss von $^1/_{100}$ bis $^{15}/_{1000}$ nimmt, obwohl diese Zahl nicht absolut ist, da das Material der Bahn, das Gewicht der Ladung, der Raddurchmesser u. s. w. einwirken. Bei längeren Wegen hingegen muss man sich so einrichten, dass nach beiden Richtungen die Bewegung gleich leicht bewirkt werden kann, wofür man ein Neigungsverhältniss von $^1/_{200}$ bis $^6/_{1000}$ annimmt, was gleichfalls nicht absolut ist, wie man z. B. in Oberschlesien gefunden hat, dass, wenn der Durchmesser der Achsen zu dem des Rades sich wie 1 : 12 verhält und das Gewicht des Wagens $^1/_4$ oder $^1/_5$ der ganzen Last beträgt, nach Berechnung aus Versuchen eine Neigung

von 2 Grad 3 Minuten für eichene Strassbäume,
„ 50 Minuten für flache Schienen
„ 43 Minuten für andere Schienen

erforderlich ist. Beim Verhältniss von $^1/_{200}$ macht die Neigung auf 100 Meter Länge $^1/_2$ Meter aus, während man in Preussen Grundstrecken auf 100 Meter nur 0,125 Meter, Hauptquerschläge oft nur 0,062 Meter ansteigen lässt.

An und für sich ist das belgische, auch anderwärts befolgte Princip zu billigen, welches man in England und auch neuerdings auf bedeutenderen preussischen Gruben dahin ausgedehnt hat, dass man bei kurzen Förderwegen oder an den Enden längerer Schienenbahnen die Last, seien es die beladenen vom Abschlagepunkte, seien es die leeren Wagen zum Anschlagepunkte, freiwillig auf geneigter Bahn laufen lässt, wodurch bedeutend an Arbeitskraft erspart wird[40]).

bb. Construction der Wagen.

Da in vielen Fällen ausschliesslich Menschen die Förderung besorgen und in keinem Falle ihre Mithülfe entbehrt werden kann, so ist es als Princip aufzustellen, dass man nicht mehr Ladung giebt, als ein Mensch bewegen kann, so dass man bei Benutzung von Pferden oder Maschinen-

---

[39]) Herold a. a. O. S. 41. — Serlo etc. a. a. O. S. 58.
[40]) Hauchecorne a. a. O. S. 72.

kraft eine grössere oder geringere Zahl von Wagen zu einem Zuge vereinigt. Daher sind grössere Wagen unter Tage, wie sie zuweilen bei Pferdeförderung in Belgien, selten in England angewendet wurden, fehlerhaft, weil das Beladen nur durch Ausfüllen kleinerer Wagen möglich ist, zu grosse Streckendimensionen erforderlich werden, am Schachte abermals ein Umladen stattfinden muss.

Wenn das oben ausgesprochene Princip richtig angewendet wird, erreicht man, dass man, sofern die Abbaumethode dies nur immer gestattet, mit dem Fördergefäss vor Ort fahren, und dass dasselbe ohne weiteres Umladen direct in die Schächte übergehen kann, was bei Steinkohlen, ähnlich auch bei Braunkohlen, überhaupt für grössere Förderquanta unerlässlich ist; es wird dies auch mehr und mehr bei groben Geschicken, wie Eisenerz, Galmei befolgt und findet selbst bei edleren Erzen Eingang, obschon für letztere besondere Schachtgefässe (Tonnen) aus dem Grunde beibehalten werden und werden müssen, weil die Förderung nur einen geringen Theil der Schichtzeit in Anspruch nimmt, was sich bei geringem Haufwerk nicht ändern lässt, da oft nicht einmal in jeder Schicht Förderung stattfindet.

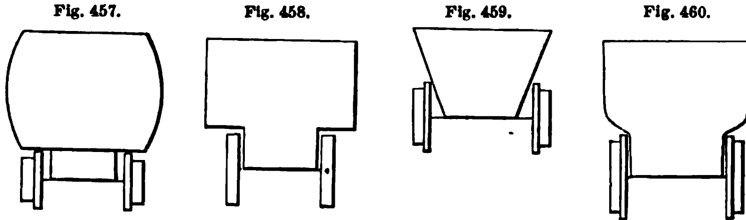
Bei englischen Schienen und söhliger, beziehungsweise schwach abfallender Bahn sind 10 bis 12 Centner als Maximum der Ladung anzunehmen; bei Steinkohlen beträgt das Gewicht des hierzu erforderlichen Wagens 5 bis 6 Centner, die ganze Last also 15 bis 17, beziehungsweise 16 bis 18 Centner. Von diesem Maximum muss man abgehen, wenn die dazu erforderlichen Dimensionen den Verhältnissen der Lagerstätte nicht entsprechen, was im Ganzen selten vorkommt, oder wenn zu den vorhandenen Schachträumen die Dimensionen nicht passen, beziehungsweise diejenige Vertheilung auf Länge, Breite und Höhe nicht gestatten, welche bei der Form der Lagerstätte in Beziehung auf Herstellung der Strecken ökonomisch noch vortheilhaft ist, was indess nur, da neue Schächte den Verhältnissen der Förderung angepasst werden müssen, bei alten Schächten der Fall sein kann; wie es z. B. bei den alten Schächten im Mansfeldischen geschehen musste[41]). Auch kann man zur Annahme geringerer Lasten, d. h. kleinerer Wagen, durch das Vorhandensein zu schwacher Maschinen bestimmt werden, endlich auch dadurch, dass unter Tage viel diagonale Wege mit starken Ansteigen vorhanden sind oder sonst unregelmässige Bahnen, weiche Sohle u. dgl. m. das Maximum der Last verbieten. In solchen Fällen nimmt man nur 8 oder 6 Centner, selbst weniger Ladung. Auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen hat man gewöhnlich 2 Tonnen oder 6 Centner Ladung. Für deutsche Schienen scheint 10 Centner das meist angenommene Maximum, in der Regel bleibt man unter demselben.

Der räumliche Inhalt des Kastens bestimmt sich durch das ab-

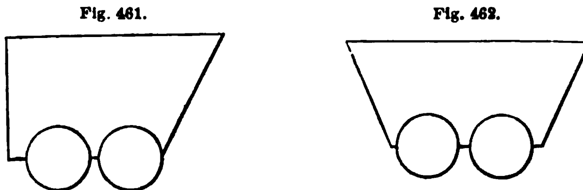
[41]) Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 265.

solute und specifische Gewicht der einzuladenden Massen; bei gleichem absoluten Gewicht muss der Raum also am grössten für Stein- und Braunkohlen sein, geringer für Erzhaufwerk.

Die gewöhnlichste Form ist die parallelepipedische, das Material Holz mit Eisenbeschlag oder Eisenblech. Es kommen aber auch andere Formen vor, z. B. die berlaines der Gegend von Lüttich mit untenstehenden Rädern, Fig. 457, welche ohne Fördergestell in die Schächte gehen


Fig. 457. Fig. 458. Fig. 459. Fig. 460.

und deshalb gebauchte Wände haben. Zum Schutze der Räder hat man die Formen Fig. 458 und 459 angewendet, in geringerer Ausdehnung auch Fig. 460, welche letztere nur aus Blech herzustellen ist; doch kann man diesen Schutz auch bei parallelepipedischer Form bewirken durch ausserhalb gelegte Radhauben, durch Anbringung der Räder unterhalb des Kastens; wenn dies bei Achsen, welche unmitelbar am Boden befestigt sind, geschieht, so erhält man Radhauben im Innern des Kastens, was aber eine schlechte Construction ist und nur niedrige Räder gestattet; der Zweck ist besser erreicht, wenn man unter dem Boden Langbäume


Fig. 461. Fig. 462.

anbringt, unter denen die Achsen sitzen. Zum leichteren Ausstürzen hat man hat Formen der berlaines à bec, Fig. 461, zu Mons oder Fig. 462 zu Blanzy, ähnlich auch zu Stiringen bei Forbach angewendet und denselben noch eine bewegliche Thür gegeben.

Diese Einrichtung ist zu dem Zweck nicht nothwendig, da man auch bei anderen Constructionen eine Wand beweglich machen kann; viel besser ist es aber, da eine solche Wand dem Kasten die Stabilität raubt, das Ausstürzen mittelst Wipper zu bewirken.

Die Vertheilung der Dimensionen des Kastens ist bedingt durch die Lagerstätte, beziehungsweise durch die Streckenräume, auch durch die Schachträume und schwankt daher sehr, mindestens in Bezug auf Länge und Breite, welche Letztere wieder von der Spurweite abhängig

ist; der Natur der Sache nach herrschen Formen mit grösserer Länge, als Breite vor. Die Höhe des ganzen Wagens darf ein Maximum nicht überschreiten, weil sonst das Beladen zu schwierig wird, aber auch nicht zu niedrig genommen werden, weil sonst der Fördermann den Wagen nicht bequem handhaben kann, eine Höhe von 1 Meter scheint für alle Fälle angemessen zu sein. Durch die Dimensionen der Räder und das Anbringen oder Weglassen von Langbäumen hat man Gelegenheit, sich hinsichtlich der Tiefe des Kastens in ziemlich weiten Gränzen zu halten. Im Allgemeinen ist der Kasten um so länger, je schmaler die Strecken, beziehungsweise je steiler aufgerichtet und geringer mächtig die Flötze sind, während man bei weiten Strecken und flachem Fallen mehr in die Breite geht. Auf der Steinkohlengrube Carolus Magnus bei Essen werden in den Abbaustrecken eines 0,732 Meter mächtigen, stark geneigten Flötzes am Fusse der Bremsberge die gewöhnlichen Wagen durch Oeffnen des einen Giebels in ein besonderes Fördergefäss von nachstehender Construction, Fig. 463, entleert

Fig. 463.

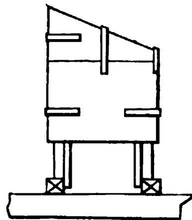
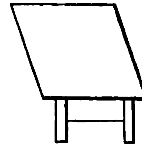


Fig. 464.



und gehen dann wieder aufwärts. Ganz abnorm ist die von Godin angegebene Form mit seitlich überhängenden Wänden[42]), Fig. 464, wie sie auf Espérance in dressants, wo die Thürstöcke 85 Grad Neigung besitzen, angewendet sind, in der Absicht, weniger nachreissen zu müssen; die Wagen sind von 4 Millimeter starkem Eisenblech construirt. Aehnlich hat man auf der Segen Gottes Grube in Oberschlesien die Form des Fördergefässes dem Flötzfallen und der Flötzmächtigkeit angepasst, so dass man ein Nachschiessen der Strecken zur Erweiterung derselben nicht nöthig hat; die Entleerung dieser Wagen erfolgt durch Oeffnen einer Klappe im Boden[43]).

Das Holz ist gewöhnlich 26 Millimeter stark, mit Eisenbeschlag versehen, wodurch namentlich die Kanten, Ränder und Ecken zu sichern sind; in England macht man die Wände sogar nur 20 und 23 Millimeter stark aus Kiefernholz, giebt aber dann starken Eisenbeschlag[44]). Bei grosser Länge des Wagens bringt man wohl zur grösseren Stabilität in der Mitte oben von einer Langseite zur anderen eine Eisenstange oder eine Kette

---

[42]) „Der Berggeist". Köln 1861. S. 271.

[43]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 379.

[44]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 59.

mit Haken an. Oft ist eine Wand beweglich, entweder als Thür oder als Klappe, welche dann besonders mit Eisen stark befestigt werden muss, damit der Wagen nicht zu sehr an Stabilität verliert; im Ganzen ist diese Einrichtung verwerflich und nur dann bedingt, wenn man die Entleerung nicht mittelst Wipper bewirkt. — Sehr befriedigt ist man auf dem Steinkohlenbergwerk am Deister von der Construction der hölzernen Wagenkasten, welche aus Tannenholz bestehen, aber eichene Boden und Giebel haben; sie sollen dauerhaft und verhältnissmässig billig sein.

Eisenblech nimmt man auf Steinkohlengruben 3 Millimeter dick, auf Braunkohlengruben[45]) nur 2 Millimeter, was sehr gering erscheint, auf dem Stahlberg bei Müsen[46]) bei einem Inhalt von 2 Hektoliter 4 Millimeter, auf Schacht Bolze bei Eisleben 7 Millimeter. Bei geringer Dicke der Wände ist mindestens oben ein stärkerer eiserner Rand erforderlich, welcher dem Ganzen einen grösseren Halt gewährt. Zuweilen giebt man den eisernen Wagen einen hölzernen Boden, wodurch dieselben stabiler werden und der Verletzung beim Einfüllen und Entleeren weniger ausgesetzt sind. Eigenthümlich ist es, dass in England fast ausschliesslich hölzerne Wagen in Anwendung stehen, wenn man von den in Südwales gebräuchlichen Gerippewagen absieht, welche aus 65 Millimeter breitem, mit 78 Millimeter Zwischenraum angebrachtem Flacheisen bestehen und in welche nur Stückkohlen geladen werden. Die Urtheile über die Vorzüge der hölzernen und eisernen Wagon sind sehr abweichend von einander; grössere Versuche sind angestellt auf der Steinkohlengrube Grand Hornu in Belgien[47]). Eiserne Wagen sind in der Regel leichter, als hölzerne, obschon dies nicht immer der Fall ist, z. B. wiegen auf Grand Hornu eiserne Wagen von 4 bis $4^1/_4$ Hektoliter Inhalt 260 bis 280 Pfund; hölzerne von nur $^1/_{16}$ geringerem Raum 240 bis 252 Pfund; eiserne sind beim Vorhandensein saurer Wasser stark angreifbar, was indess selten in Betracht kommt und durch Anstreichen vermindert werden kann, dagegen ist wichtig, dass sie gegen Stösse empfindlicher, als hölzerne sind, und nur, wenn eine Zerstörung wegen derartiger äusserer Ursachen nicht eintritt, eine längere Dauer haben. Daher sind die eisernen Wagen weniger geeignet, wo viel Bremsbergförderung ohne besondere Gestelle, also bei flachem Fallen, stattfindet, oder wo die Wagen zu grösseren Zügen formirt werden, insofern man nicht Prellvorrichtungen anbringt, weil sonst die Wagen durch Aufeinanderlaufen leicht zerstört werden. Zum Theil lässt sich, wie schon erwähnt, die Empfindlichkeit durch einen hölzernen Boden beseitigen, wodurch auch dem Uebelstande abgeholfen wird, dass sich die Achsen nicht solide befestigen lassen, auch gegen die beim Einladen bewirkten Stösse sind hölzerne Boden gesicherter. Daher ist die Construction eiserner Wagen mit Holzboden wohl

---

45) Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 317.

46) Adalb. Nöggerath ebenda. Bd. 11B. S. 88.

47) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 315.

zu empfehlen, was auch durch die Versuche auf Grand Hornu, die im Allgemeinen gegen die eisernen Wagen ausfielen, anerkannt ist.

Seitdem man zur Anfertigung der Wagenkasten stärkere Eisenbleche verwendet, will man z. B. im westfälischen Kohlenrevier eine beträchtlich höhere Dauerhaftigkeit der Blechkasten gegenüber den Holzkasten constatirt haben[48]. — Auf der Grube cons. Paulus in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit eiserne Wagen mit befriedigenden Resultaten eingeführt. Dieselben sind in den Wänden $4^1/_2$ Millimeter stark, 1,517 Meter lang, 0,575 Meter hoch, haben unten einen halbkreisförmigen, oben einen lyraförmigen Querschnitt, die Vorder- und Hinterwand ist mittelst Winkeleisen an die Seitenwände befestigt. Ein solcher Wagen fasst 11 Centner Steinkohlen und wiegt 298 Kilogramme, während die hölzernen dort im Gebrauche stehenden Wagen 300 Kilogramme wiegen und nur 9 Centner Fassungsraum haben; auch lassen sich die eisernen Wagen dichter laden, als die eckigen hölzernen. Doch kosten die eisernen 126 M., während die hölzernen für 96 M. herzustellen sind. Aehnliche eiserne Wagen hat man in neuerer Zeit auch auf der Königsgrube in Oberschlesien versuchsweise eingeführt[49]. — Auch auf dem Steinsalzwerk zu Stassfurt ist man zur Einstellung von eisernen Wagen übergegangen, welche 135 M. kosten. — Auf dem Bleierzbergwerk Meinerzhagen bei Commern werden grössere Wagen aus Eisenblech mit rechteckigem Querschnitt benutzt[50]. — Auf den Gruben bei Anzin in Nordfrankreich sind gleichfalls eiserne Wagen (berlines) von Parent mit rechteckigem Querschnitt und in Dimensionen von 1,10 Meter Länge, 778 Millimeter Breite und 57 Centimeter Tiefe und mit einem Fassungsvermögen von 5 Hektoliter im Gebrauch[51]. Dieselben zeichnen sich dadurch vortheilhaft aus, Fig. 465, dass sie an den kurzen Seiten mit Holzpuffern versehen sind.

Auch im Mansfeldischen beabsichtigt man bei Neuanlagen, so wie es auf dem Ottoschacht bereits geschehen ist, eiserne Wagenkasten anzuwenden; dieselben ruhen auf hölzernen Leitbäumen, welche so weit auf beiden Seiten des Kastens hervorragen, dass sie zugleich als Puffer dienen. Die Räder liegen ganz allgemein unter dem Wagenkasten. Die Figuren 466, 467, 468 geben ein Bild dieser Construction[52].

Eine wesentliche Verbesserung haben auch die hölzernen Wagen durch Anwendung von Gestellen aus eisernen Schienen erhalten, wie z. B. auf der Steinkohlengrube cons. Friedenshoffnung in Niederschlesien[53]. — Auch in Westfalen hat man den hölzernen Wagen auf einen eisernen Rah-

---

48) Hauchecorne a. a. O. S. 73. — Glückauf. Essen 1871. No. 24.
49) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 105.
50) Hauchecorne a. a. O. S. 73.
51) Burat: les houillères en 1869. Paris 1869. p. 100.
52) Erdmenger a. a. O. S. 266.
53) Hauchecorne a. a. O. S. 73.

men gesetzt, dessen Langseiten aus U-Eisen, dessen Kopfenden aus Flacheisen bestehen. — Eine leichte Herstellung und schnelle Reparaturfähigkeit bezweckt Benda, indem er für den Wagenkasten ein Gerippe aus U-förmigen Profileisen herstellt, in dessen vertiefte Nuten sowohl die Boden-,

Fig. 465.

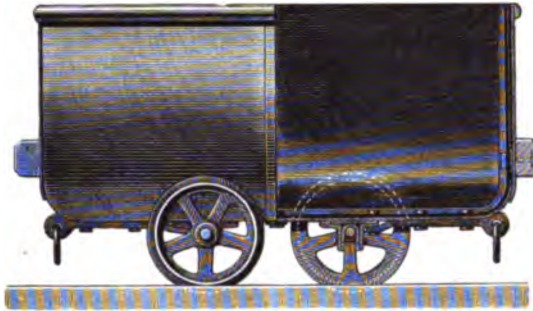


Fig. 466.

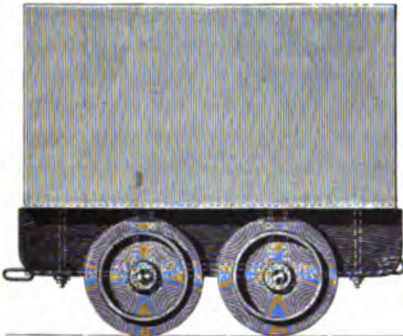


Fig. 467.



Fig. 468.



wie die Seitenbretter eingeschoben werden; die obere Kante des Wagenkastens wird durch einen Verschlussrahmen aus Winkeleisen abgeschlossen. Das Auswechseln der sämmtlichen Bretter gegen neue soll erfahrungsmässig nur 20 Minuten dauern; Niete und Bolzen sind ganz vermieden[54]).

[54]) Die chemische Industrie von Dr. Jacobsen. Berlin. Bd. 2. S. 260.

— Eine ähnliche Einrichtung hat Hülse vorgeschlagen und mit gutem Erfolge mehrfach eingeführt[54a]).

Eine Reihe verschiedenartiger Constructionen, wie sie durch die mannigfachen Verhältnisse geboten sind, hat man auf den Saarbrücker Gruben; die Darstellung derselben ist in einer Sammlung erfolgt, welche ein anschauliches Bild über die Entwickelung dieses speciellen, nicht unwichtigen Betriebszweiges giebt[55]). — Ganz abnorme Verhältnisse schildert Broja

Fig. 469.

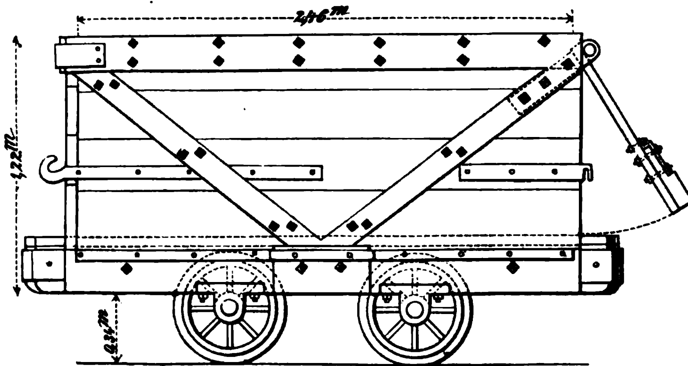
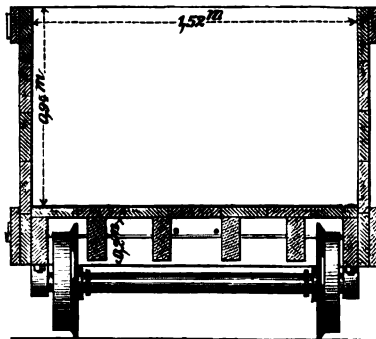


Fig. 470.



von dem amerikanischen Steinkohlenbergbau[56]); es werden hier grosse Förderwagen von der in Fig. 469, 470 dargestellten Gestalt und Construction benutzt, welche bei einem Inhalt von 3 bis $3^1/_2$ cbm eine Ladung von $2^1/_2$ bis 3 tons Kohlen fassen und ein Eigengewicht von 30,5 meter. Centner besitzen; sie können bei der Entleerung nicht mittelst Wipper vollständig umgekehrt, sondern nur um ca. 40 Grad geneigt werden und

[54a]) Der praktische Maschinenconstructeur von Uhland. Leipzig 1883. S. 107.

[55]) Die Förderwagen auf den Königl. Steinkohlengruben bei Saarbrücken.

[56]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 16.

sind daher auf einer Seite mit einer um eine horizontale Achse drehbaren Klappe versehen. Die Spurweite schwankt zwischen 0,80 bis 1,20 Meter. Die Geleise bestehen aus I förmigen gewalzten Schienen, von denen das laufende Meter 10 bis 12½ kg wiegt. Die Fortbewegung dieser Wagen von den Gewinnungspunkten zum Schachte erfolgt durch Maulthiere, von denen ein jedes gewöhnlich 3 bis 4 volle Wagen mit 183 bis 203 Centner Kohlen fortschafft, wobei indess zu bemerken ist, dass den Schienengeleisen ein Fallen von ca. 2 Grad für den Lastweg gegeben wird. Bei ausgedehnten Förderlängen wendet man Locomotivförderung an. Auf Königin Luise Grube in Oberschlesien sollte diese Fördermethode Nachahmung finden, doch ist man wieder davon zurückgekommen.

Die Spurweite ist bedingt durch die Länge der Achse, welche einigermassen mit der Kastenbreite zusammenhängt und selbst häufig durch das Verhalten der Lagerstätten und die Dimensionen der Baue, insbesondere auch der Schächte bedingt ist. Bei den grössten Wagen auf Steinkohlengruben nimmt man die Spurweite nicht leicht unter 0,5 Meter, vielfach gebräuchlich ist 0,628 Meter, auf den Gruben bei Saarbrücken hat man 0,680 bis 0,706 Meter, unter Tage kommt wohl selten über 0,785 Meter vor, doch findet sich mitunter in England 1,046 Meter[57]), in Amerika bis 1,20 Meter. Bei geringerem räumlichen Inhalt, beziehungsweise geringerer Breite des Kastens, namentlich für Erze, sinkt die Spurweite bis 0,418 Meter und tiefer, eben so in engen Bauen und in solchen, welche oft gekrümmte Schienenwege bedingen. Im Mansfeldischen hat man den Wagen, bei denen die Räder unter dem Kasten, also sehr nahe zusammen liegen, eine Spurweite von 0,392 bis 0,497 Meter gegeben, wodurch der Wagen sehr viel bequemer zu handhaben ist, als bei breiter Spurweite, wogegen er aber leichter aus den Schienen springt und für Pferdeförderung nur schwer, für maschinelle Förderung gar nicht anwendbar bleibt[58]).

Die Verbindung der Achsen, beziehungsweise ihrer Lager erfolgt entweder durch directe Verschraubung am Boden des Wagens oder an 2 Gestellbäumen, welche unterhalb des Kastens liegen; solche Langbäume vermehren die Höhe, wenn man nicht etwa kleinere Räder anwendet, auch veranlassen sie eine Steigerung des Gewichts, dagegen gewähren sie grosse Stabilität und bilden, wenn man sie an den Enden über den Wagenkasten hervorragen lässt, Puffer zur Aufnahme der Stösse bei der Fortbewegung ganzer Wagenzüge, auch gestatten sie das Anbringen kleinerer Räder unter den Kasten. Sie sind besonders bei drehbaren Achsen üblich und sind daher in England auf Steinkohlenbergwerken unter Anwendung solcher Achsen sehr allgemein verbreitet. Man macht sie 13 zu 13 Centimeter oder 16 zu 13 Centimeter stark und legt sie bald an den äusseren Rand des Kastens, bald mehr nach Innen.

---

[57]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 57.

[58]) Erdmenger a. a. O. S. 268.

Die festen Achsen, an denen sich also die Räder drehen, erhalten konische, verstählte oder stählerne Zapfen, welche, wenn das Rad unter dem Kasten liegt, auch wohl noch durch besondere Verticalschienen gehalten werden, wodurch aber das Abnehmen der Räder erschwert wird; bei hinreichend starken Zapfen ist diese Vorsicht überflüssig.

Die Achsschenkel der drehbaren Achsen gehen in Lagern, welche entweder nach Art der bekannten Pfannen oder Büchsen bei Haspeln construirt sind oder, wie in England, in dem einen Theil aus Hartguss bestehen, während den Deckel ein schmiedeeisernes Band bildet, welches zugleich vermöge seiner Elasticität eine für Krümmungen der Förderbahn willkommene mässige Beweglichkeit gestattet, oder man hat vollständige Lager selbst mit Messingfutter; auch hat man Lager besonders zu dem Zweck construirt, die Schmiere zu halten. Die Achsen haben verschiedene Stärken, beispielsweise in England von 33 bis 59 Millimeter. Versuchsweise hat man in Westfalen Radachsenlager aus Pockholz angewendet; dieselben haben sich aber nicht bewährt[59]).

Bei den Rädern hat man deutsche und englische zu unterscheiden; jene laufen mit ihrer ganzen Bahn auf dem Fördergeleise, welches mit einer Spurlatte versehen ist, damit der Wagen die Spur innehält, die englischen Räder haben einen Spurkranz, mit welchem sie an der inneren Seite der Schiene entlang streichen. Ausserdem hat man, wie eine Rolle, ausgekehlte Räder, welche gewissermassen das Analogon zu den früheren Rinnenschienen bilden, theils in der jedenfalls nicht erforderlichen Absicht, das leichte Entgleisen zu verhindern, theils um sie sowohl auf Kantenschienen in Hauptstrecken als englische Räder, wie als deutsche Räder in Abbauörtern gebrauchen zu können.

Als Material zu den Rädern dient in der Regel Gusseisen; gussstählerne Räder hat man am Bleiberge bei Commern[60]) wegen der dortigen Sande versucht, nachdem Bandagen von Schmiedeeisen oder von Puddelstahl auf gegossenen Rädern die Haltbarkeit nicht vermehrt hatten, doch sind die Räder aus Gussstahl dreimal so theuer, wie jene, und daher ökonomisch nicht vortheilhaft. Im Mansfeldischen hat man Wagenräder, welche auf dem Stahlwerk zu Goffontaine bei Saarbrücken hergestellt sind, versucht, deren Laufkranz aus Gussstahl, deren gerade Speichen aus Federstahl und deren Nabe aus Gusseisen gefertigt sind; dieselben haben sich aber nicht bewährt, da die Speichen bald in der Nabe sich lockerten und ausbrachen[61]). Auf der Grube Glücksburg bei Ibbenbüren führte man Räder aus Tiegelgussstahl mit Erfolg ein. Auf den Gruben bei Saarbrücken, sowie in Westfalen, hat man Wagenräder, von Poulet und Dejean zu Sclessin bei Lüttich gefertigt, aus getemperten Gussstahl bezogen,

[59]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 300.
[60]) Ebenda. Bd. 9 A. S. 186. — Ebenda. Bd. 10 A. S. 206.
[61]) Ebenda. Bd. 20 B. S. 373.

welche sich durch ein erhebliches Mindergewicht, so wie durch 8 Mal längere Dauer vor gusseisernen Rädern auszeichnen; sie haben bereits sehr günstige Resultate gegeben[62]). In allen Bergrevieren verbreitet sich die Anwendung von Rädern aus Hartguss, welche theils als Scheibenräder, theils mit eingegossenen schmiedeeisernen Speichen dargestellt werden. Besonders werden solche Räder in der Fabrik von Grüson in Buckau angefertigt[63]), für Schlesien auf dem fiskalischen Hüttenwerke zu Malapane, doch werden dieselben in neuerer Zeit durch die verschiedenen Stahlräder verdrängt.

Die Form der Räder ist bei geringem Durchmesser die von Scheiben mit Oeffnungen, bei grossem Durchmesser hat man statt der Scheibe Speichen. Die Nabe um die Achse drehbarer Räder ist über den Dorn gegossen, um hart zu werden; Versuche, die Nabe mit Messingfutter, welche durch Stahlkeile festgehalten werden, zu versehen[64]), haben sich nicht bewährt. Diese Räder werden auf der Achse durch vorgezogene Splinte, selten durch Schraubenmuttern festgehalten, wobei dann wohl zum Eingiessen des Schmiermaterials ein Kanal in der Nabe vorhanden ist, der sich aber leicht verstopft. Feste Räder, bei denen sich also die Achse dreht, erhalten eine quadratische Nabe nnd werden auf der entsprechend bearbeiteten Achse mit Holz- und Eisenkeilen befestigt, wobei die Nabe zum Schutze gegen das Zerspringen aussen mit einem schmiedeeisernen Band versehen wird; wenn die Nabe und das entsprechende Achsenende rund sind, so erfolgt die Befestigung entweder mit einem die Achse und die Nabe gleichzeitig fassenden Keil oder durch einen verticalen Splint, welcher zugleich in eine Vertiefung der Nabe eingreift, was sehr zweckmässig scheint.

Für die Bewegung ist ein grosser Durchmesser der Räder zweckmässig, aber in der Anwendung begränzt durch die Rücksicht auf Stabilität und die Localverhältnisse des Bergbaues. Als grössten Durchmesser der Laufkränze findet man wohl 44 Centimeter, bei englischen Rädern kommt hierzu noch der um 15 bis 26 Millimeter vorstehende Spurkranz, so dass ein solches Rad bis 50 Centimeter Durchmesser hat; der Laufkranzdurchmesser geht hinunter bis auf 37, 31, 26, selbst bis 21 Centimeter, was aber sehr gering erscheint, 26 Centimeter möchte, wenn nicht ganz besondere Verhältnisse vorliegen, als Minimum auzusehen sein.

Die Breite des Laufkranzes am englischen Rade beträgt etwa 46 Millimeter, am deutschen 46 bis hinunter zu 26 Millimeter, in England hat man die deutschen Räder sogar nur 10 Millimeter breit[65]), wobei aber die

[62]) Ebenda. Bd. 23B. S. 105; Bd. 24B. S. 159; Bd. 26B. S. 378; Bd. 27B. S. 270.

[63]) Hauchecorne a. a. O. S. 72. — Bd. 20B. S. 373. — Bd. 21B. S. 299. — Bd. 23B. S. 104.

[64]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 187.

[65]) Ebenda. Bd. 10B. S. 60.

Schienen stark angegriffen werden. Die Dicke des Spurkranzes beträgt 15 Millimeter. Begreiflicher Weise modificiren sich die Dimensionen der Lauf- und Spurkränze je nach dem Durchmesser der Räder.

Die Lage der Räder ist entweder unter dem Kasten und hier sowohl zwischen den Langbäumen wie ausserhalb derselben oder seitlich des Kastens, was bei grossem Durchmesser, mindestens für englische Räder, stets nothwendig ist.

Die Lage der Achsen richtet sich nach der Länge des Kastens; je weiter sie aus einander liegen, desto stabiler ist die ganze Construction, je näher an einander sie gebracht werden, desto leichter ist der Wagen von dem Fördermann zu handhaben.

Das Schmieren der Räder, beziehungsweise der Achsen ist bei Rädern, welche sich um die Achse drehen, schon durch Kippen des Wagens zu ermöglichen, man hat aber hierzu in Westfalen, und von hier aus in andere Bergreviere übertragen, bewegliche Schmierbühnen, auf welche der Wagen gefahren und seitlich umgekippt wird, wodurch die Arbeit erleichtert und der Wagen wesentlich geschont wird. Bei festen Rädern und drehbaren Achsen kann man das Schmieren nur nach dem Umwerfen des Wagens bewirken, wenn man nicht dieselben auf Wipper entleert und das Schmieren der Entleerung unmittelbar folgen lässt, wenn sich der Wagen noch umgestürzt auf dem Wipper befindet.

In den Patenträdern hat man eine besondere Construction beweglicher Räder mit geschlossener Nabe, zu deren Schmierkammer ein Kanal, welcher durch einen Holzpflock geschlossen wird, nach Aussen führt. Die Achse ist quadratisch und nur am Zapfenende cylinderisch, 10 Millimeter von dem quadratischen Theile sitzt auf dem cylinderischen ein 13 Millimeter breiter und 13 Millimeter hervortretender cylinderischer Ring, welcher in eine gleich grosse Vertiefung der Nabe passt; in die Vertiefung zwischen dem quadratischen Theil und dem Ring werden zwei fast halbkreisförmige Scheiben eingelegt und mittelst vier Schraubenbolzen, welche durch die Nabe gehen, befestigt, wodurch das Ablaufen der Nabe und Achse verhindert werden soll[66]). Die Construction ist theuer und schwer.

Auch die Patenträder haben noch den Nachtheil, dass die Schmiere an der dem Wagenkasten zugekehrten, offenen Seite der Nabe ausfliessen kann; um dies zu vermeiden, hat man zu St. Eloy[67]) Räder angewendet, welche auch auf dieser Seite durch einen Zinnausguss abgedichtet werden, das Oel befindet sich in 4 innerhalb der Nabenwand angebrachten Reservoiren, in welche es durch ein von Innen mittelst Spiralfeder angedrücktes Ventil eingespritzt wird, das Oel fliesst dann von einem Reservoir dem andern zu. Zwei Monate nach der ersten Schmierung fand man Achse

---

66) Wochenschrift des schles. Vereins. 1861. S. 200. — Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 317.

67) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 285.

und Nabe noch unversehrt, doch schmiert man in der Regel alle Monat einmal.

In Bezug auf die Beweglichkeit der Achsen hat man verschiedene Abänderungen versucht. Man hat vier drehbare Achsen, für jedes Rad eine besondere, angebracht, um jedes Rad von dem andern unabhängig zu machen, was an sich vortheilhaft, aber kostspielig ist und das Gewicht des Wagens erhöht. Man hat die Achsen drehbar und zugleich die Räder auf ihnen beweglich gemacht, wie auf Luise Tiefbau bei Dortmund[68]), wodurch allerdings eine leichtere Handhabung bei Beseitigung von Krümmungen und Hindernissen in der Bahn erzielt wird. Ferner hat man an drehbaren Achsen zwei über Kreuz stehende Räder fest und zwei beweglich angebracht, wie auf dem Schacht Bolze bei Eisleben, indem man bei zwei Rädern den Splint in die Nabe eingreifen, bei den beiden anderen glatt davor sitzen lässt; diese Anordnung erscheint vortheilhaft und nicht complicirt.

Vielfach hat man auf die Vervollkommnung der Achsen und Räder und deren Schmiervorrichtungen das Augenmerk gerichtet. Die gewöhnliche Einrichtung ist die, dass die Achsen fest liegen und die Räder darauf beweglich sind; dieselbe erfordert sehr viel Schmiermaterial, welches bei jeder Tour erneuert werden muss und bei längeren Wegen nicht einmal ausreicht, dabei findet ein sehr starker Verschleiss von Achsen und Rädern statt, es ist ein grosser Kraftaufwand erforderlich und deshalb erhöhen sich die Transportkosten, auch findet sehr leicht ein Schlottern der Räder statt, so dass die Wagen häufig aus den Schienen springen, was namentlich bei Pferdeförderung und noch mehr bei maschinellen Förderungen sehr lästig und bei letzteren gefährlich ist. Um die Schmiere länger zu halten und den Eintritt von Unreinlichkeiten in den Raum zwischen Achse und Nabe zu verhindern, hat man die Räder und die Achse mittelst einer Stopfbüchse geschlossen, was nur so lange von gutem Einfluss ist, als die Räder neu sind, nach einiger Abnutzung treten auch hier die alten Uebelstände ein. Man hat deshalb die Achsen beweglich gemacht, die Räder darauf befestigt und mit einer selbstthätigen Schmiervorrichtung versehen. Eine solche Construction ist von Köpe in Westfalen eingeführt worden[69]). Der Wagen erhält das oben erwähnte eiserne Gestell aus U-Eisen mit einem $32^2/_3$ Millimeter dicken Boden von Eichenholz. Die Achsen sind aus Gussstahl, die Lager, in welchen sich dieselben bewegen aus Gusseisen, beide werden gut abgedreht, so dass eine leichte und glatte Drehung stattfinden kann; auf der Achse sind zwei Bunde angebracht, welche sich in vorspringenden an den Lagern angegossenen Kammern drehen

---

[68]) Zeitschr. Bd. 8A. S. 187.

[69]) „Glückauf". 1869. No. 14. Ebenda 1870. No. 19. 29. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 146. 1870. S. 170. — Polyt. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 641.

und den Zweck haben, das Verschieben der Achse und das Eindringen von Schmutz zwischen Achse und Lager zu verhindern. Das Schmieren der Achse erfolgt durch festes Fett, welches von Oben her in eine Schmierkammer durch ein im Wagenboden vorhandenes Loch eingebracht wird; das Loch wird durch eine Lederscheibe und einen Schraubenbolzen geschlossen. Um die Curven in den Schienenbahnen leichter überwinden zu können, sind zwei der vier Räder, und zwar zwei über Kreuz stehende, auf der Achse beweglich, so dass in den Curven eine doppelte Drehung stattfindet. Diese Construction wirkt sehr bedeutend auf Schmierersparniss und Vermeiden von Zeitverlust beim Schmieren, die Wagen haben einen viel leichteren Gang, als die sonst gebräuchlichen und bewirken einen grösseren Effect in der Förderleistung, es findet eine viel geringere Abnutzung der Achsen und Räder statt, weil sie stets in Schmiere gehalten sind, so dass sie auch viel seltener aus den Schienen springen, weil eben durch die geringere Abnutzung die Spurweite unverändert bleibt. Auf der Grube Graf Beust bei Essen hat man derartige Wagen mit 10 Centner Ladungsfähigkeit mit rundlaufenden Gussstahl- oder auch Feinkorn-Achsen in ausgebohrten gusseisernen Lagern in den Gebrauch gestellt, von denen jeder den Förderweg von 1046 Meter Länge 5,4 Mal in der Schicht zurücklegt und dabei nur alle drei Monate einmal frisches zähes Fett zum Schmieren verlangt. Auf Gussstahlschienen im Gefälle von 1 : 200 ziehen Pferde von 1,50 bis 1,54 Meter Höhe mit Leichtigkeit Züge von 20 bis 25 solcher Wagen[70]).

Auch in anderen Revieren hat man bewegliche Achsen mit festsitzenden Rädern eingeführt. So z. B. bei dem oben erwähnten eisernen Wagen zu Stassfurt, wo das Pfannenlager unten aus Gusseisen und oben aus einem schmiedeeisernen Bügel besteht, mit welcher Einrichtung man durchaus befriedigt ist[71]). Auch an dem erwähnten Wagen auf Meinerzhagener Bleiberg hat man derartige bewegliche Achsen, doch ist hier das Pfannenlager mit einer Composition von 5 Theilen Weichblei und 1 Theil Antimon ausgefüttert. In der Schmierkammer befindet sich ein durch eine Spiralfeder gegen die rotirende Achse angedrücktes Schmierpolster, zu welchem durch Saugdochte das Oel zugeführt wird; auf jeder Seite der Schmierkammer liegt eine Filzlappenverdichtung, welche das Ausfliessen des Oels verhindert und den Staub abhält. Zwischen dem Kasten und den Achsen sind zur Vermeidung von Achsenverbiegungen beim Aufsetzen des Wagens und bei Stössen zweckmässig Gummischeiben angebracht[72]). Aehnliche Schmiervorrichtungen stehen auf einigen westfälischen Gruben in Anwendung, z. B. auf Friedrich Wilhelm bei Dortmund und Graf Beust bei Essen. Auf der letzteren liegt in einer Vertiefung des unteren Pfannenlagers ein Schwamm, welcher mit Oel getränkt ist, leise gegen die Achse

---

[70]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 373.

[71]) Hauchecorne Bd. 17B. S. 74.

[72]) Ebenda.

drückt und ihr so die nöthige Schmiere giebt; das Oel wird durch ein sonst verschraubtes Loch in den Schwamm eingegossen. Das obere Pfannenlager ist mit Messing ausgefüttert. Die Schmiere bedarf nur alle 8 bis 14 Tage einer Erneuerung. Die Wagen sollen einen sehr günstigen Arbeitseffect geben[73]).

Im westfälischen Bezirk benutzt man das von der Eisengiesserei von Boenhoff zu Wetter gelieferte Patentlager, für welches verseiftes Vulcanöl als Schmiere benutzt wird, welches mittelst einer Spritze von oben durch die im Wagenkasten angebrachte, mit einer Schraube versehene Eintragsöffnung eingeführt wird. Die 39 Millimeter starken Achsen drehen sich in den Lagern; je ein Rad sitzt auf jeder Achse lose und zwar stehen die beweglichen Räder kreuzweise. Gegen Eindringen von Schmutz sind die Lager durch eingelegte Stossringe und ein die Achse umfassendes und in entsprechende Vertiefungen der Lager eingreifendes Rohr geschützt. Die Schmiere bedarf nur nach mehren Wochen einer Erneuerung. Aehnlich construirte Lager sind auch mit gutem Erfolge in der Weise ausgeführt, dass in der unteren Lagerschale ein Polster eingelegt ist, welches zunächst der Achse aus Flanell, darunter aus Filz besteht und mit dem Schmiermaterial getränkt erhalten wird[74]). — Auf der Zeche Colonia bei Langendreer ist vom Director Koellermann ein Rad eingeführt, bei welchem als Kammer für die etwa auf eine Woche ausreichende Schmiere der durch Vollguss hergestellte Raum zwischen zwei Speichen dient. Dieser Behälter hat auf der äusseren Seite eine etwa 26 Millimeter weite, durch eine Schraube verschliessbare Oeffnung, durch welche die Schmiere eingetragen wird, und steht mit der lichten Oeffnung der Nabe durch einen 10 Millimeter langen Schlitz in Verbindung, durch welchen die Schmiere dem Achsenzapfen zufliesst. Die Schmiere muss etwas consistent sein. Das Rad ist im Vergleich zu den Patentschmiervorrichtungen sehr einfach, und wird ausserdem eine lästige Verhärtung der Schmiere vermieden, da sie frei aus der Nabe hervortreten kann[75]).

Auf der Zeche Glückauf in Westfalen hat man Wagen aus Gussstahlblech von 3 Millimeter Stärke mit hölzernem Boden mit folgender Schmiervorrichtung versehen[76]). Die beweglichen Gussstahlachsen, wie sie auch beim Mansfeldischen Bergbau allgemein eingeführt sind[77]), mit je einem festen Rade laufen in einer gusseisernen Büchse, welche, in der Mitte vertieft, sich nach den Enden so verengt, dass nur dort die Achsen dieselbe berühren. Die Büchsen sind mit zwei angegossenen Stutzen an dem Boden des Wagens festgeschraubt und haben nach oben einen Schmierkanal, der

[73]) Ebenda. S. 73.
[74]) Ebenda. Bd. 20B. S. 373. — Bd. 23B. S. 105.
[75]) Ebenda. Bd. 20B. S. 373.
[76]) Ebenda. Bd. 23B. S. 104.
[77]) Ebenda. Bd. 21B. S. 299.

durch den Boden des Wagens geht und dort durch eine Schraube verschlossen wird. Der Hohlraum der Büchse fasst eine hinreichende Menge Schmieröl, um das Schmieren nur nach 2 bis 3 Wochen vornehmen zu brauchen. Durch die Bewegung des Wagens gelangt immer etwas Fett an die Enden der Achsen, wo die Reibung stattfindet. Die Vorrichtung erwies sich nicht als brauchbar, weil die Büchsen in Folge harter Stösse des Wagens leicht bersten und das Schmieröl fallen lassen.

Andrerseits hält man auch die festen Achsen mit beweglichen Rädern fest, welchen ein sogenannter Patentverschluss gegeben wird. Auf der Steinkohlengrube ver. Glückhilf bei Waldenburg hat man denselben eine vollkommen dichte Schmierkammer gegeben, in welche das Oel durch eine in der Nabe befindliche, mittelst Schraubenstöpsel verschliessbare Oeffnung eingebracht wird; dasselbe hält sich darin 14 Tage, ohne einer Erneuerung zu bedürfen. Die Nabe ist zur Verminderung der Zapfenreibung mit einer aus Zinn und Antimon bestehenden Legirung ausgefüttert[78]).

Auf Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken, wo das Füllen der Radbüchsen mit consistenter Wagenschmiere früher mittelst Handspritze geschah, benutzt man jetzt folgende Einrichtung. In einer Kaue befinden sich ausser der zum Tariren der Förderwagen nöthigen Wiegevorrichtung ein Kopfwipper, ein Schmierkessel von 0,3 Kubikcentimeter, ein Windkessel von 0,4 Kubikcentimeter Inhalt und eine kleine Handluftpumpe. Die in dem Windkessel comprimirte Luft strömt nach Oeffnung eines Absperrhahns von oben direct auf das im Kessel befindliche Schmiermaterial und treibt es nach unten und durch ein trichterförmiges Mundstück in einen Gummispiralschlauch, welcher in einen Absperrhahn mit einem auf die Schmieröffnung der Radbüchse passenden Mundstück endigt. Der zu schmierende Wagen wird in dem Wipper auf den Kopf gestellt, die Verschliessschraube der Schmiervorrichtung beseitigt, das Mundstück des Schlauchs lose auf die Oeffnung der Radbüchse gedrückt und der Hahn geöffnet. In etwa 10 Secunden quillt die Schmiere an den Radnaben hervor, so dass die Büchse gefüllt ist. Der Schmierkessel wird monatlich einmal mit $1^1/_2$ Fass zäher Schmiere gefüllt, womit durchschnittlich 290 Wagen geschmiert werden. Die Luft im Windkessel wird auf $2^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck comprimirt und etwa alle 14 Tage, nachdem die Spannung auf 1 Atmosphäre gesunken, erneuert[79]). — Unter den angekündigten deutschen Reichspatenten finden sich mehrfach Schmiervorrichtungen für Förderwagen, die aber hier übergangen werden können.

Achsen aus gezogenen hohlen Röhren sind von Evrard angewendet[80]) mit mittlerer Schmierkammer, jedes Rad sitzt an besonderem

[78]) Hauchecorne a. a. O. S. 73.

[79]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 250; Bd. 29B. S. 65. — Dingler polyt. Journal. Bd. 246. S. 483.

[80]) Évrard in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 179.

abgedrehten cylinderischen Zapfen. Die Einrichtung ist complicirt und theuer.

Gekröpfte Achsen sind von Cabanis auf den Gruben bei Anzin in der Absicht angewendet, die Wagenhöhe möglichst zu verringern und doch genügend hohe Raddurchmesser zu behalten. Statt dessen lässt Biver passender die Achsen durch die Seitenwände des Kastens gehen, wodurch derselbe Zweck erreicht wird.

Zu Kladno in Böhmen[81]) hat jedes Rad eine kurze Achse, die durch die Seitenwand des Kastens reicht, wobei der Boden nur 52 bis 78 Millimeter über dem Tragewerke steht; diese Einrichtung ist jedenfalls sehr wandelbar.

In Bezug auf die Schmiere hat man auf der Zeche Graf Beust vergleichende Versuche angestellt und gefunden, dass sich consistente Schmieren am besten eignen, weniger gut mit Oel getränkte Filzlappen[82]). Bei dem Mansfeldischen Bergbau versuchte man Schmierfett von Tovote für Räder, deren Naben in Eisen ausgedreht sind; man hatte in der Schicht 0,7 Pf. Schmierkosten gegen 1,44 Pf. für flüssiges Schmieröl[83]).

In Betreff der verschiedenen Wagenconstructionen ist Folgendes zu bemerken:

1. Deutsche Wagen haben geringeren mechanischen Effect und weniger stabilen Gang, als englische Wagen, dagegen ist deutsches Gestänge leichter zu legen, als englisches, auch sind die Ausbiegungen bequemer herzustellen. Für grössere Förderquantitäten, sowie bei der Fortbewegung durch Pferde und Maschinen wendet man nur englische Wagen an.

2. Drehbare Räder gestatten leichter das Umfahren starker Krümmungen, die Zapfen derselben nutzen sich aber leichter ab, als die überdies nachziehbaren Lager bei beweglichen Achsen, wodurch auf die Dauer ein weniger stabiler Gang entsteht. Demnach benutzt man feste Räder an drehbaren Achsen in geraden Strecken, sowie bei grösseren Geschwindigkeiten und bei der Anwendung von Pferden und Maschinen, allenfalls mit über Kreuz stehenden beweglichen Rädern, wenn starke Krümmungen nicht zu umgehen sind.

3. Grosse Spurweite erhöht die Stabilität, erschwert aber das Umfahren von Krümmungen.

4. Hohe Räder begünstigen den Effect, vermindern aber die Stabilität; die Höhe ist an die entsprechende Spurweite gebunden.

5. Je näher die Achsen an einander stehen, desto leichter ist das Passiren der Krümmungen, desto eher aber auch ein Entgleisen in Folge von Kippen nach Vorn oder Hinten möglich, was bei der Handhabung durch Menschen auch seine Vortheile hat; bei Pferden und Maschinen müssen die Achsen angemessen von einander entfernt stehen.

---

[81]) Wochenschrift des schles. Vereins. 1861. S. 30.

[82]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 300.

[83]) Ebenda. Bd. 23B. S. 104.

6. Lange und dabei schmale Wagen sind in Hinsicht auf ruhigen Gang um so vortheilhafter, je kleiner die Spurweite, je höher die Räder, je näher die Achsen an einander.

Beispiele von Wagendimensionen.

1. Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken haben die Wagen durchgängig eine Ladungsfähigkeit von 500 Kilogramm; der Kasten besteht aus 26 Millimeter starken Brettern, ist im Lichten 1,308 Meter lang; 0,523 Meter breit, 0,471 Meter hoch, dazu hat man für die Seitenwände und die Rückwand Aufsatzbretter, welche durch Charniere mit dem Kasten verbunden sind und eine Höhe von 0,314 Meter haben, wenn sie senkrecht angebracht sind; haben sie eine Neigung nach Aussen, so sind sie nur 0,262 Meter hoch. Die Achsen sind fest und stehen 0,445 Meter von einander, sie sind vor dem Zapfen 39 Millimeter im Quadrat stark, in der Mitte 39 Millimeter breit, 20 Millimeter dick, ihre Befestigung erfolgt durch 2 Achsenbleche und Schraubenbolzen. In früherer Zeit hatte man keine Langbäume, neuerdings hat man zu beiden Seiten unter dem Kasten $11^3/_4$ Centimeter breite, 26 Millimeter starke Bretter angebracht, welche zweimal durch Querbretter verbunden sind; jetzt, wo die maschinelle Förderung und auf der Grube Gerhard über Tage die Locomotivförderung immer mehr in Gebrauch kommt, bringt man auch Langbäume an, welche zugleich die Puffer bilden. Die Nabe der Räder ist 12 Centimeter lang mit äusserem lichten Durchmesser von 33 Millimeter, mit innerem von 37 Millimeter. Der Durchmesser der Räder einschliesslich des Spurkranzes ist 39 bis 42 Centimeter, auch wohl 37 Centimeter, der Laufkranz 46 Millimeter breit, der Spurkranz 15 Millimeter breit und dick. Ein deutsches Rad wiegt 30 Pfund, ein englisches 38 Pfund, der ganze Wagen 500 bis 550 Pfund. Eine kurze Wand ist Behufs des Ausstürzens beweglich und wird durch einen Riegel festgehalten; in neuerer Zeit bei ausgedehnterer Anwendung der Wipper verschwindet diese der Stabilität schädliche Einrichtung immer mehr und mehr. Die Spurweite beträgt 0,647 bis 0,706 Meter.

2. Auf den westfälischen Gruben hat man grösstentheils bewegliche Räder. Die englischen Wagen enthalten $5^1/_2$ Hektoliter Kohlen, sie sind 1,726 Meter lang, 0,523 Meter tief, oben 0,654 unten 0,575 Meter breit, die Achsenlänge beträgt 0,785 Meter, die Spurweite 0,628 Meter; sie sind vielfach von Eisen, aber auch von Holz hergestellt. Die deutschen Wagen haben Räder von 26 Centimeter Durchmesser, welche durch den Kastenboden reichen und mit Hauben bedeckt sind; sie haben eine Länge von 1,517 Meter, eine Breite von 0,549 Meter, eine Höhe von 0,523 Meter; ein solcher Wagen von Holz wiegt 525 Pfund.

3. Auf der Grube Gouley bei Aachen laden die Wagen $7^2/_3$ Hektoliter Steinkohle, sie sind 1,439 Meter lang, 0,706 Meter hoch, 0,706 Meter breit und sind aus 3 Millimeter starkem Blech gebaut, zu dessen Ver-

stärkung am innern Rande 52 Millimeter breites, 13 Millimeter starkes Flacheisen, an den inneren Kanten 105 Millimeter breites, 13 Millimeter starkes Winkeleisen angebracht ist.

4. Auf englischen Gruben z. B. Ryhope hat man Wagen zu 12 Centner Ladungsfähigkeit; dieselben sind mit Langbäumen und beweglichen Achsen versehen, 1,040 Meter lang, 0,863 Meter breit, 0,785 Meter tief, aus 23 Millimeter starken Tannenbrettern hergestellt und haben die Räder unter dem Kasten; auf der Grube Bedlington sind die Wagen mit 10 Centner Ladungsfähigkeit 1,098 Meter lang, oben 0,915 Meter, unten 0,680 Meter breit, 0,680 Meter tief, mit beweglichen Achsen. Auf der Grube Pendlebury bei Manchester hat man Wagen von 7 Centner Fassungsraum, welche breiter, als lang sind, dieselben haben 4 Langbäume, die Räder liegen zwischen je einem äusseren und inneren Langbaum[84]).

5. In Belgien auf Grand Hornu[85]) hat man Wagen von $7^1/_2$ Centner Fassungsraum, da einen grösseren die Schachtdimensionen nicht gestatten, sie sind von 2 Millimeter starkem Eisenblech construirt, im Boden 2,5 Millimeter dick, ihre Länge beträgt 1,120 Meter, die obere Breite 0,610 Meter, die untere 0,450 Meter, die Höhe 0,570 Meter.

6. Auf dem Schacht Bolze bei Eisleben sind die Wagen aus 7 Millimeter starkem Eisenblech 0,785 Meter tief, 0,706 Meter breit und lang, sie ruhen auf zwei Balken von 13 Centimeter Stärke im Quadrat, die englischen Räder von 26 Centimeter Durchmesser und mit 26 Millimeter hohen Spurkränzen sitzen unter dem Kasten und haben 0,418 Meter Spurweite, die Entfernung der Achsenmittel beträgt 0,327 Meter, die Achsen sind drehbar, tragen ausserdem auch 2 über Kreuz stehende bewegliche Räder. Das Gewicht des $2^1/_2$ Hektoliter fassenden, leeren Wagens beträgt etwa 400 Pfund. — Der oben erwähnte eiserne Wagen auf dem Schacht Otto bei Eisleben, welcher keine Thür enthält, hat bei einem Fassungsvermögen von 4 Hektoliter eine Länge von 1,046 Meter, eine Breite von 0,732 Meter und eine Höhe von 0,575 Meter; die Spurweite beträgt 0,497 Meter, das Gewicht 300 Kilogramm[86]).

7. Auf den Steinkohlengruben bei Blanzy wiegen die eisernen Wagenkasten bei 12 Centner Ladungsfähigkeit 230 Kilogramm; die Spurweite beträgt 80 Centimeter, die Räder bewegen sich um die Achse, welche selbst sich in Pfannenlagern dreht[87]).

Das Hemmen oder Bremsen der Wagen geschieht auf Diagonalen durch Einführen eines Holzstücks in die Speichen, beziehungsweise in die Oeffnungen der Räder; oft ist zu diesem Zweck speciell bei kleinen Rädern nur eine Oeffnung vorhanden. In anderen Fällen, wie bei Saarbrücken,

---

[84]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 59.
[85]) Leuschner ebenda. Bd. 7B. S. 179.
[86]) Erdmenger a. a. O. S. 267.
[87]) Burat a. a. O. p. 103.

hängt man einen Haken in die Räder, welcher mit Ketten am Kasten befestigt ist. Bei leichten Neigungen und bei Pferdeförderung bringt man einen Bremsbacken zwischen den Rädern an, wenn diese nahe genug an einander stehen, oder auch an einem Räderpaar eine Schraubenbremse.

Zum Verkuppeln der Wagen miteinander sind an beiden kurzen Seiten Ringe vorhanden, in welche dann gekuppelte Haken eingehakt werden; die Ringe sind meistens in der Mitte, selten an beiden Ecken des Kastens. Bei Maschinenförderung in England[88]) und von dort auf die hiesigen Gruben übertragen, geht unterhalb des Wagens ein 52 Millimeter breiter, 20 bis 26 Millimeter starker eiserner Steg, der mit dem Steg des folgenden Wagens durch einen senkrechten, mittelst Kette am Wagenkasten befestigten Bolzen verbunden wird; in anderen Fällen werden die Stege durch drei gekuppelte Kettenglieder mittelst 2 Bolzen mit einander verbunden.

Als Puffer, welche bei Pferde- und Maschinenförderung besonders nöthig sind, dienen die über den Kasten verlängerten Langbäume, welche mit Eisenblech beschlagen und mit Ringen umlegt sind; man lässt auch wohl das Bodenbrett hervorstehen und legt auf dasselbe ein Paar Eisenbänder, welche dann die Stelle der Puffer versehen.

Besondere Wagenconstructionen.

1. Gestellwagen kommen am häufigsten da vor, wo die gewählten Schachtförderungsmethoden kleine Gefässe erheischen, also in Verbindung mit Haspel u. dgl. m. Der Inhalt dieser Gefässe beträgt auf Steinkohlengruben selten mehr, als 1 bis $1^2/_3$ Hektoliter; wofür rund 2 bis 3 Centner anzunehmen sind; die Gestalt der Gefässe ist konisch oder parallelepipedisch, sie sind aus Dauben oder auch Eisenblech gefertigt. In England hatte man früher zu diesem Zweck Körbe, welche durch Kranvorrichtungen auf grösseren Gestellen für die Hauptstrecken vereinigt und auf diesen durch Pferde fortgezogen wurden. Die Gestellwagen bestehen aus Langbäumen, welche durch Querbäume mit einander verbunden und zuweilen mit einem Holzbelag bedeckt sind; die Achsen kann man hier nicht nahe an einander legen. Mehr als 2 Gefässe, welche mit Haken und Ketten auf dem Gestell festgehalten werden, kann man selten für einen Schlepper auf einem Gestell aufbringen. Der Effect fällt geringer aus, als bei Wagenförderung.

2. Bühnenwagen sind bestimmt, kleinere Wagen aufzunehmen. Sie bestehen aus Plattformen, auf welche man Schienenstränge quer auflegt, wenn die Abbaustrecken rechtwinkelig in die Hauptstrecke, wo der Bühnenwagen läuft, einmünden, wobei es selbstverständlich ist, dass die Sohle der Hauptförderstrecke um so viel tiefer liegt, dass die Schienen

[88]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 59.

des Bühnenwagens mit denen der Abbaustrecken in eine Ebene fallen. In England[89]) hat man z. B. auf Grube Victoria diese Fördermethode unter Benutzung von Pferden, so dass mehrere Bühnen an einander gekuppelt werden. Ferner hat man früher in Westfalen solche Bühnenwagen angewendet, wenn in der Grube deutsches, über Tage aber englisches Gestänge vorhanden war, um dann über Tage keine Umladung nothwendig zu haben, was indess nur auf alten Gruben vorkommt, wo man das ganze System nicht ändern kann und doch Pferde anwenden will.

3. Etwas Aehnliches wie die Bühnenwagen hat man bei Dudley in Staffordshire, wo man auf einer 0,4 Quadratmeter grossen, auf niedrigen Rädern laufenden Schale eine Pyramide von Steinkohlenstücken aufpackt, welche man durch nach Oben immer enger werdende schmiedeeiserne Ringe festhält; das Ganze geht direct in die Schächte über, indem die Schutzketten sich an die Kohlenpyramide anlehnen und an die Ecken der Schale angehakt werden. Das Gewicht der Ladung soll $1^1/_4$ bis $2^1/_2$ tons betragen[90]).

4. Kippwagen sind für Grubenförderung selten im Gebrauch und auch entbehrlich, allenfalls finden sie sich noch in Erzgruben, wo sie dann in besondere Schachttonnen ausgestürzt werden. Wenn sie zur Entleerung nach der kurzen Seite ausgestürzt werden, kann man sie Stürzwagen nennen, bei Drehung nach der langen Seite hat man eigentliche Kippwagen. Im ersteren Falle hat man ein Gestell aus Langbäumen, welche sich nach vorn verlängern und an denen die Zugkraft wirkt, die Achsen oder nur Zapfen liegen etwas vor dem Schwerpunkt, wenn der Kasten bei der Entleerung zwischen den Langbäumen niedergehen kann, anderenfalls sind sie mehr nach vorn angebracht; im anderen Falle liegen die Achsen in der Richtung der Länge des Wagens und wird alsdann der Wagen, welcher in der Mitte der kurzen Seite seine Drehpunkte hat, nach der einen Langseite hin umgekippt[91]). Bei Abraumarbeiten leisten Kippwagen gute Dienste, obwohl sie für eigentliche Förderung an Effect den Wagen nachstehen; sie sind weniger solide und haben eine bedeutende Höhe zum Aufladen. Sehr bequem ist ein in Oberschlesien angewendeter muldenförmiger Kippwagen, welcher beim Ausstürzen gleichsam gewälzt wird[92]).

5. Für den Bergetransport auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken hat Pinno einen besonderen Wagen construirt, welcher zum Wegschaffen der Berge in grössere Entfernungen vom Schachte benutzt wird[93]). Derselbe hat die Spurweite der grossen Eisenbahnen und ist so eingerichtet,

---

[89]) Herold in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 42.

[90]) Herold ebenda S. 41. — Wochenschr. des schles. Vereins. 1861. Beilagen S. 52.

[91]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 317.

[92]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11A. S. 261.

[93]) Pinno in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 43.

dass die Berge sowohl nach beiden Seiten, als nach Vorn ausgestürzt werden können. Damit die Berge nach verschiedenen Richtungen der Halde verstürzt werden können, legte man eine Drehscheibe in die Hauptbahn, von welcher aus Schienenstränge nach allen Richtungen abgehen. Die aus dem Schachte kommenden, mit Bergen beladenen gewöhnlichen Förderwagen werden mittelst Kreiswipper in einen Trichter ausgestürzt, aus welchem sie in den Transportwagen fallen. Derselbe steht auf einem 4 Meter langen Gestell, welches aus 2 Langbalken aus 209 Millimeter starkem Eichenholz besteht und auf 4 Speichenrädern aus Hartguss mit guten Achsenlagern ruht. Beide Langbalken sind durch Querhölzer verbunden. Auf diesem Gestell liegen 7 Querbalken von 2,668 Meter Länge, auf welchen ein Aufsatzrücken, welcher unter einem Winkel von 57 Grad gegen die Horizontale geneigt ist, aufgesattelt ist; derselbe ist mit einem Bodenbelag aus Eichenbrettern versehen und mit Eisenblech beschlagen. An diesem Aufsatzrücken sind die beiden Kopfseiten aus Tannenholz, 2,511 Meter breit, 1,256 Meter hoch, jede mit 5 Verstärkungsrippen aus Eichenholz befestigt, während sich auf jeder Langseite eine Klappe aus Tannenholz von 3,767 Meter Länge und 1,256 Meter Höhe, inwendig mit Eisenblech beschlagen, befindet; dieselben hängen mit 4 Anschlagebändern an Rundstäben, welche den Rand des Wagens bilden und um welche sie beweglich sind; sie werden unten durch je drei Riegel geschlossen und können durch Hebel, deren einer an jedem Ende der Klappe sitzt, bewegt werden. Soll der Wagen entleert werden, so öffnet man die Riegel, worauf die Last der Berge die Klappen öffnet und die Berge von selbst von den schiefen Ebenen des Aufsatzrückens herabschurren; wenn die Last geringer wird, hebt man die Klappen und stützt sie auf eine verzahnte Stütze, deren sich je eine auf jeder Seite der Klappe befindet, so dass alsdann die Berge vollständig von selbst herabrutschen können. Ein solcher Wagen fasst 200 Centner Berge. Seine Kosten betragen 1700 Mark.

6. Ein Kippwagen hat denselben Zweck auf der genannten Grube, er dient dazu, die Berge nach vorn auszustürzen. Auf dem Wagengestell, welches gleichfalls aus 4 Speichenrädern aus Hartguss mit Achsenlagern und 2 vorn schräg abgeschnittenen Langbalken besteht, ruht der Wagenkasten, welcher um eine Achse drehbar ist und am vordern Ende eine Klappe hat, welche während des Transports mittelst eines Riegels geschlossen ist. Zum Festhalten, Aufrichten und Niedersenken des Kastens dient am hinteren Ende ein verzahnter Kreisbogen, welcher mittelst Kurbel und Getriebe- auf- und abbewegt wird; damit der Kasten nicht plötzlich vorn überkippt, wird er am hinteren Ende durch eine Kette gehalten, welche sich auf einer auf der Getriebeachse befindlichen Rolle auf- und abwickelt. Ein solcher Wagen fasst 100 Centner Berge und kostet 1155 Mark.

7. Bei einem grossen Tagebau auf Braunkohlen zu Köflach unweit Graz in Steiermark werden eiserne Kippwagen benutzt. Dieselben haben

einen parallelepipedischen Kasten aus Eisenblech, an dem die unteren Längskanten abgerundet sind; seine Länge beträgt 1,660 Meter, seine Breite 0,922 Meter, seine Höhe 0,870 Meter, sein Fassungsraum also 1,33 Kubikmeter. Der Kasten hat an seinen beiden kurzen Seiten je einen Zapfen in der Mitte der Fläche, mit welchen er auf zwei eisernen 0,790 Meter hohen Stützen ruht; die letzteren befinden sich an den Giebeln eines Gestellwagens mit beweglichen Achsen, dessen Räder 0,422 Meter Durchmesser und 0,527 Meter Spurweite haben. Die Räder sind mit Schraubenbremse versehen. Während des Transports ist der Kasten durch eine eiserne Stange festgehalten, welche einerseits an einer kurzen Seite des Kastens, andrerseits in eine Oese am Gestellwagen eingehakt ist; sobald dieselbe gelöst wird, kippt der Wagen um seine Längsachse und entleert sich.

8. An Stelle des gewöhnlichen Laufkarrens hat man in dem Kalksteinbruch zu Rüdersdorf einen Wagen für den Transport der Kalksteine nach Art des ungarischen Hundes eingeführt[94]). Der Wagen besteht aus einem starken, sich nach vorn verjüngenden Bodenbrett, welches auf einen Langbaum aufgeschraubt ist und nur vorn einen aufgesetzten Giebel trägt, hinten befinden sich zwei eiserne, durch einen Steg verbundene Handgriffe, während die beiden Langseiten gänzlich offen sind. Das Gestell ruht auf 2 gusseisernen Räderpaaren von verschiedenem Durchmesser und ohne Spurkränze, deren Föderbahn aus Laufbohlen besteht. Die Achse des grösseren Paares liegt in der Mitte des Gestells unter dem Schwerpunkt des Ganzen, die des kleineren Paares nahe am vorderen Ende; die Spurweite beträgt 235 Millimeter. Das Beladen und Entleeren des Fördergefässes ist sehr bequem, und dasselbe gewährt den Vortheil, dass es bei der zulässig schwersten Belastung von 8 bis 10 Centner ohne erhebliche Anstrengung, auf die grossen Räder gestützt, um seine Schwerlinie herumgedreht werden kann und deshalb ohne jede Versäumniss unter beliebigem Winkel vom Aufladepunkte abgefahren werden kann.

c. Hängende Schienenwege von Palmers.

Der hängende Schienenweg von Palmers ist nur sehr wenig im Gebrauch und dann nur in solchen Fällen, wo eine unebene oder gebräche Fördersohle die Förderung auf dieser unmöglich macht. Ueber Tage findet er sich angewendet bei Festungsbauten, z. B. in Posen. Ueber Säulen oder Pfosten wird eine einzelne Schiene fortgeführt, auf welcher ein ausgekehltes Rad läuft; die Achse desselben ist zu beiden Seiten verlängert und an diesen Verlängerungen hängen Schienen, an welchen die Last beiderseits angehängt wird; zwischen den auf einander folgenden Säulen sind wohl noch Frictionsrollen angebracht, an denen die Lastschienen gleiten.

[94]) Ebenda. Bd. 20B. S. 372.

Unter Tage hat man diese Vorrichtung im Rive-de-Gier angewendet, wo die Gebrächheit der Sohle die Förderung nicht gestattet; hier hängt die Last einseitig, weshalb die zur Aufnahme der Last bestimmte Trageschiene gekröpft ist, damit die Last direct unter die Rolle aufgehängt werden kann, wie in Fig. 471.

Fig. 471.



Noch im Jahre 1863 hatte man eine solche Förderung auf den Steinkohlen- und Anthracitgruben im Departement Mayenne et de la Sarthe in flachen Schächten mit unregelmässiger Sohle, wo die Schiene an den Kappen befestigt wurde[95]).

Auf der Drasche'schen Braunkohlengrube bei Leoben und anderen Gruben daselbst hat man in Bremsbergen eine derartige Förderung, indem auf ⊥förmigem Eisen, welches an den Kappen befestigt ist, zwei Schienen liegen, von denen die eine für die Rolle des Gefässes, die andere für die des Gegengewichtes dient, die Last geht unter das Gegengewicht fort; selbstredend ist oben am Bremsberge eine Bremsscheibe angebracht, um welche das die Last und das Gegengewicht verbindende Seil läuft[96]).

Am Maschinengebäude der Weltausstellung zu Wien im Jahre 1873 fand sich eine derartige eingeleisige Hängebahn von B. Sterkel in Breslau ausgestellt. Auf der Schiene, welche durch Laschen verbunden ist und auf Ständern ruht, läuft ein hölzerner Bock mit zwei hintereinander gestellten Rädern; von dem Bock herab hängen eiserne Bänder, in welche auf jeder Seite ein Wagen mittelst Ketten eingehängt wird. Der Schwerpunkt der beladenen Wagen ist so geregelt, dass sie von selbst umkippen und sich entleeren, weshalb sie während des Transports durch einen besonders vorgeschobenen Bügel festgehalten werden[97]).

Aehnlich scheint die einspurige Bahn eingerichtet zu sein, welche man in Californien im Jahre 1876 sogar für Personenverkehr eröffnet hat[98]).

d. Drahtseilbahnen.

Hängende Schienenwege haben in neuerer Zeit in der Weise weitere Ausbildung erfahren, indem man statt der Schienen Drahtseile, auch Drahtstäbe, zur Anwendung bringt. Von geschichtlichem Interesse dürfte es sein, dass nach einer Notiz in dem Werke: „kurze Anleitung zur

---

[95]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 112.

[96]) Ebenda S. 184.

[97]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung im J. 1873. Bd. 1. S. 44.

[98]) Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 651.

Mechanica oder Bergwerkskunst, worin selbige im Grunde bestehen. Von Ernst Eberhard Braun 1766" schon „von Alters" sogenannte „Seilzugmaschinen" bestanden haben und im Jahre 1733 mit Hilfe einer solchen der Bischofsberg bei Danzig abgetragen sein soll[99]). Nach Mittheilung von Bleichert[100]) und Rziha[101]) soll diese Anwendung in Danzig schon im Jahre 1644 erfolgt sein; der Letztere bringt eine Notiz, dass schon in dem 1411 erschienenen „Feuerwerksbuch" verfasst von Johann Hartlieb sich eine Abbildung einer Seileisenbahn vorfindet. Dagegen sollen nach einem Vortrage von Hilbck[102]) die ersten Seilbahnen in Holland im Jahre 1664 zur Anwendung gelangt sein. Erst in diesem Jahrhundert (1868) ist von dem Engländer Hodgson die Idee weiter verfolgt und zur nutzbaren Ausführung gebracht worden. Die Priorität gegen denselben schreibt sich der Bergrath von Dücker, früher in Neurode, jetzt in Bückeburg, zu, welcher eine derartige Seileisenbahn[103]) bereits im Jahre 1861 versuchsweise construirt haben will, übrigens aber im Jahre 1870 auf der Industrie- und Gewerbeausstellung zu Breslau die Ausführbarkeit durch Aufstellung einer betriebsfähigen Anlage erwiesen hat. In grösserer Ausdehnung und in wesentlich vervollkommneter Construction hat seit Mitte der 70er Jahre der Ingenieur Bleichert in Leipzig die Seilbahnen ausgeführt, obwohl auch ihm von dem Ingenieur Obach in Wien die Priorität streitig gemacht wird[104]).

Der Zweck der Seilbahnen ist der, den grossen Verkehrsadern aus entlegeneren Productionspunkten, welche durch coupirtes Terrain, durch Flüsse oder tiefe Schluchten und durch andere örtliche Hindernisse abgeschnitten sind, die gewonnenen Producte leicht zuzuführen, da gewöhnliche Schienenwege nicht oder nur mit grossen Kosten anzulegen sind, auch deren Betrieb zu theuer würde, endlich auch der Transport auf Landstrassen, wenn solche vorhanden sind, das Product zu erheblich vertheuert. Die Seilbahn kann sich jedem Terrain anpassen und beseitigt in Folge dessen die Hindernisse, welche einem Anschluss jener abgelegenen Punkte entgegenstehen. Hodgson hat zwei Systeme ausgeführt. Bei dem ersten

[99]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 210.

[100]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 229.

[101]) Ebenda. Wien 1878. S. 20. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 164.

[102]) Glückauf. Essen 1878. No. 102.

[103]) „Der Berggeist". Köln 1869. S. 239. 269. 293. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 997. 1064. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 67. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. 6. Bd. S. 244. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 91. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 378. Bd. 202. S. 88. — v. Dücker: Die Seileisenbahn. Separatabdruck aus dem Notizblatt des deutschen Vereins für Ziegelfabrikation. 1871.

[104]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 127. 139. 183. 228. 251. 273.

liegen zwei Leitseile, welche als Schienen dienen, auf Böcken, die daran hängenden Gefässe werden durch ein Treibseil ohne Ende fortbewegt. Dies ist die Construction, wie sie auch von Dücker empfiehlt. Bei dem anderen System dient ein Seil ohne Ende zugleich als Leit- und Treibseil und läuft in diesem Falle an den Unterstützungspunkten über Rollen. Die Last hängt vermittelst eines besonders gebogenen hakenförmigen Eisens mit ihrem Schwerpunkte senkrecht unter dem Seile, während das Führungsstück, welches auf dem Seile aufliegt und an welches das hakenförmige Eisen befestigt ist, so geformt ist, dass es leicht über die Unterstützungspunkte hinweggeht. In dem Krafterforderniss wird dadurch eine Gleichmässigkeit erzielt, dass nicht mehr, wie man anfänglich that, ein einzelnes Gefäss, sondern eine grössere Anzahl in bestimmt zu regulirenden Abständen fortbewegt wird; auch stellen die auf dem einen Seile sich fortbewegenden Gefässe das Gleichgewicht gegenüber den auf dem anderen Seile sich rückwärts bewegenden her, so dass eine vollständige Regulirung in der Ausnutzung der vorhandenen Kraft hergestellt wird. Hodgson hat beispielsweise eine solche Bahn in einer Länge von 4828 Meter in der Nähe von Leicester zum Transport von Steinen aus einem Steinbruche nach der benachbarten Eisenbahnstation ausgeführt. Die Bahn besteht hier aus einem Seil ohne Ende von $42^1/_2$ Millimeter Umfang, welches durch Rollen von 392 Millimeter Durchmesser unterstützt ist; die Böcke, auf welchen die Rollen ruhen, sind $45^3/_4$ Meter von einander entfernt, in einzelnen Fällen aber auch weiter und bis 183 Meter. Das Seil geht an den Enden um Seilscheiben, von denen die eine durch eine Locomobile getrieben wird, wodurch der ganze Apparat seine Bewegung erhält, mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 6 englischen Meilen in der Stunde. Die Gefässe werden an dem Verladungsplatze aufgeschoben und an der Eisenbahnstation wieder abgeschlagen, während hier die leeren Gefässe aufgehängt werden, um zum Steinbruch zurückzukehren. Jedes Gefäss enthält 1 Centner Ladung; in der Stunde werden 200 solcher Gefässe auf die Entfernung von 3 englischen Meilen transportirt. Die Gefässe können aber zu grösseren Ladungen eingerichtet sein, und erweist sich bei Ladungen von 1 bis 5 Centner ein einziges Seil als völlig ausreichend; für grössere Gefässe erscheint es zweckmässiger, ein besonderes Leitseil und ein Treibseil anzuwenden. Die Anwendung von beliebigen Neigungen, von Curven und Winkeln hat sich als völlig ausführbar gezeigt und erscheint die Einführung solcher Seilbahnen für die geschilderten Verhältnisse als zweckmässig empfohlen werden zu können. Hodgson hat eine solche Bahn auch für Ceylon gebaut und versuchsweise in Brigthon auf eine Länge von 5 englischen Meilen (8 Kilometer) aufgestellt[105]). Auch in Oesterreich,

---

[105]) Die Seilbahn in Brighton in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 720. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 192.

namentlich in Böhmen und Ungarn sind mancherlei derartige Ausführungen durch Hodgson oder in dessen Auftrage erfolgt[106].

Die Einrichtungen, welche von Dücker seinen versuchsweise ausgeführten Bahnen gegeben hat, sind mit denen von Hodgson im Allgemeinen identisch. Von seiner Anordnung der Rollen und der Haken, auf welchen das Seil aufruht, giebt Fig. 472 ein Bild. In neuerer Zeit hat von Dücker auch für den Gebrauch sich vortheilhaft bewährende Ausführungen solcher Bahnen hergestellt, so z. B. für einen Ziegeleibetrieb am Harz, auch eine grössere derartige Ausführung beim Bau des Forts Queulen bei Metz zum Materialientransport gemacht. Die Bahn ist doppelgeleisig aus zwei Eisendrahtseilen von 0,025 und 0,030 Meter Durchmesser und 2000 Meter Länge aus der Fabrik von Felten und Guilleaume in Köln hergestellt; die Seile werden in Abständen von 25 zu 25 Metern durch Rollen auf Böcken getragen. Die Gesammtsteigung der Bahn beträgt 45 Meter und werden Chauseen und Wege, Berge und Thäler, auch ein Flüsschen (die Seille) mit der Bahn überschritten. Eine Locomobile von 12 Pferdekräften bewegt das 4000 Meter lange endlose Zugseil und werden 20 beladene Wagen aufwärts, 20 leere abwärts bewegt; die Ladung jedes Wagens beträgt 5 Centner[107].

Fig. 472.



Zum Transport von Kohlen aus den Donaukähnen nach den Drasche'schen Kohlenmagazinen hat man in Pest eine derartige Seilbahn hergestellt, wo in Gefässen von 60 Kilogramm Gewicht 105 Kilogramm Ladung transportirt wird. Man spart dadurch sehr wesentlich an Arbeitskraft, da man das Ausladen mit dem sonst gebräuchlichen Schiebkarren vermeidet; dabei ist der Verkehr am Donauufer gar nicht gestört, da die Seilbahn hoch über der Strasse angebracht ist[108].

Auf dem Steinsalzbergwerk bei Erfurt hat man zur Herabförderung des Abfalls bei der Salzscheidung von dem Schachtgebäude zur Halde eine Seilbahn angelegt. Auf 2 Drahtseilen laufen Rollen, an welchen die Förderwagen hängen, von denen der abwärts gehende volle Wagen den leeren aufwärts zieht, indem beide durch ein Seil verbunden sind, welches auf der oberen Bühne über eine Bremsscheibe geht. Man hat hier also die Wirkung wie auf einem Bremsberge[109].

---

[106]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 347.

[107]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 159. — Dingler polyt. Journal. Bd. 207. S. 170.

[108]) Drathbahnen als Transportmittel in der österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 7.

[109]) Hauchecorne. Bd. 17B. S. 77.

Auch in Frankreich auf der Grube Montchonay zu Ardillats bei Beaujeu im Rhône-Departement[110]) hat man an Stelle eines Bremsberges zum Transport von Erzen vom Stollnmundloch nach der Aufbereitungsanstalt eine hängende Bahn angelegt. Der Niveauunterschied zwischen dem Ladepunkte und dem Aussturzort beträgt 33 Meter, die Entfernung beider 183⅓ Meter. Die Leitung besteht hier nicht in Drahtseilen, sondern in 16 Millimeter starken runden Eisenstäben, deren zwei in Entfernung von 1 Meter neben einander liegen; sie sind am oberen Theile der Anlage festgehängt und werden am unteren durch eine Erdwinde angespannt. Als Zugseil dient ein Drahtseil von 17 bis 18 Millimeter Stärke, dessen Enden oben das volle, unten das leere Gefäss erfassen, so dass das nach Unten sich bewegende volle Gefäss das leere aufwärts zieht, wobei die Bewegung durch ein Bremswerk, über dessen Welle das Zugseil läuft, regulirt wird. Die Leitstange hat keine Unterstützung, für das Zugseil sind 3, in Böcken bewegliche Leitrollen angebracht. Das Fördergefäss hängt mittelst 4 Ketten an einem Leitkolben, mit dessen Rollen die Gefässe auf den Leitschienen auf- und abrollen. In der Stunde befördert man 18 bis 20 derartiger Gefässe, welche etwa 2 Kubikmeter Erze fassen, abwärts, in einer 10stündigen Schicht also etwa 20 Kubikmeter.

Zum Transport der Kupferschiefer vom Martinsschacht zur Krughütte bei Eisleben ist eine 1883 Meter lange Seileisenbahn durch Hodgson zum Transport von 2400 Centner Ladung in 10 Stunden hergestellt. Dieselbe bedarf zwar noch mannigfacher Verbesserungen in den Detailconstructionen, verspricht aber eine wesentliche Ersparung gegen den gewöhnlichen Landtransport[111]), und hat sich bei fortgesetztem Betriebe gut bewährt[112]).

Die vorbeschriebenen Seilbahnen bedingen, dass das Gefäss das Führungsseil nicht verlässt, sondern an demselben hängend entleert und beladen wird. Der Seiltraject von Müller[113]) hat zwar im Wesentlichen dieselbe Einrichtung, wie die erwähnten Seilbahnen, indem das Führungsseil, als Seil ohne Ende, zugleich Bewegungsseil ist, aber es kann jedes von einer anderen Bahn kommende Gefäss, wenn es nur mit 4 besonders construirten Klauen versehen ist, zum Transport benutzt werden. Deshalb empfiehlt sich die Constrution zur Verbindung anderer Schienenwege, welche durch unübersteigliche Hindernisse getrennt sind, wie durch Flüsse, Gärten, Häuser, starke Steigungen u. dgl. m.; der z. B. aus einem Stolln auslaufende Wagen kann unmittelbar an die Seilbahn gehängt und in Stei-

---

[110]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 122.

[111]) Leuschner: Drahtseilbahn bei Eisleben in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 1.

[112]) Ebenda. Bd. 22B. S. 302. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 19. S. 172.

[113]) Dingler polyt. Journal. Bd. 206. S. 72. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 399. — Der Naturforscher. Berlin 1872. S. 391. — Breslauer Gewerbeblatt. Breslau 1872. S. 131. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 516.

gungen bis herauf von 1 : 9 und 1 : 6 über Berge geführt werden, um jenseits auf einer anderen festliegenden Eisenbahn zum Bestimmungsort der Entleerung geführt zu werden, wie andererseits der leere Wagen in gleicher Weise zurückgelangt. Müller benutzt zwei Seile ohne Ende, das eine für die vollen, das andere für die leeren Wagen; sie sind an den Enden durch Spannrollen, welche früher vertical, jetzt von einer horizontalen Stellung wenig abweichend verlagert sind, geführt; die Rollen an dem Ende des Antriebs, welcher durch eine Locomobile bewirkt wird, liegen auf gemeinschaftlicher Achse. Die Unterstützung der Seile erfolgt durch auf Böcken verlagerte Rollen, welche durch das gleitende Seil in Bewegung erhalten werden. Jeder Wagen erhält 4 eiserne Klauen, welche mit Holz zur Schonung des Seils gefüttert sind; beim Uebergang über eine Rolle lassen zwei Klauen los, während die beiden anderen noch am Seile festhalten. An den Endpunkten sind die Zuführungsgeleise so unter die Seilbahn gelegt, dass von dieser die Wagen ohne Weiteres mitgenommen werden.

Auf der Steinkohlengrube cons. Carl Georg Victor bei Gottesberg hat man zur Verbindung eines Förderschachtes und einer Kohlenwäsche, welche durch ein tiefes Thal getrennt sind, zur Heranförderung der Kohlen eine Seilbahn im Jahre 1874 angelegt und in Betrieb genommen[114]). Dieselbe ist doppelgeleisig und 1100 Meter lang, die Seile sind 30 Millimeter stark aus Eisendraht. An der An- und Abrückebühne befinden sich Holzgerüste, welche an hervorragenden Säulen zwei Paar, der Spurweite entsprechend von einander entfernt liegende gusseiserne Quadranten tragen, welche oben zur Auflagerung des Seils mit einer Nut versehen sind. Die Enden der Seile sind in den Holzgerüsten befestigt. In Entfernungen von ca. 74 Meter sind 14 hölzerne Doppelböcke zum Tragen der Seile angebracht; doch reichen die Seile immer nur von einem Bock zum anderen, woselbst sie wieder über gusseiserne Quadranten gezogen und mit den Enden an die Gerüste befestigt werden. Die Seile sind also auf jedem Bock unterbrochen; die Lücke wird durch ein gusseisernes Herzstück ausgefüllt, dessen obere Seite als Bahngeleis nach dem Durchmesser der Laufseile abgerundet ist, um dem Wagen von einem Seile zum anderen als Brücke zu dienen. Die Wagen sind längliche Blechkasten von 4,4 Hektoliter Inhalt, an deren beiden Stirnwänden in $^2/_3$ der Höhe die Achsen befestigt sind, welche die 4 Laufräder für die Seilbahn tragen; dieselben sind hochgeränderte Rollen von 0,5 Meter Durchmesser. Unter dem Boden des Kastens befinden sich 2 kürzere Achsen, welche vier Grubenräder tragen, auf denen sie an den An- und Abrückebühnen laufen. Zur Bewegung der Wagen dient ein besonderes Treibseil ohne Ende von 20 Millimeter Durchmesser, dessen beide Hälften genau in der Mitte der Seilbahnstrasse liegen und welches durch Spannrollen angespannt ist und durch eine Dampfmaschine hinter der Aufrückebühne bewegt wird. Jeder Wagen

---

[114]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 111.

wird auf einem Zuführungsgeleise durch einen Arbeiter auf die Laufseilbahn gestossen, auf welche er sich mit seinen 4 oberen Seilrollen aufsetzt, während sich das Treibseil in die für dasselbe bestimmten Klemmschlitze zweier Holzbacken einlegt, welche am Rande des Blechkastens befestigt sind; mit der Bewegung des Seils muss sich nun auch der Wagen bewegen. Sobald der Wagen den ersten Bock erreicht hat, wird der zweite aufgeschoben u. s. f., so dass bei vollständiger Ladung sich 15 volle und 15 leere Wagen auf der Laufseilbahn bewegen. Auf den Böcken laufen die Wagen mit ihren Leitrollen statt auf dem Seil auf den an dessen Stelle tretenden Quadranten. Sobald die Wagen die Endbühnen erreichen, löst sich das hier höher geführte Treibseil und die Wagen laufen auf ihren unteren Rädern ihrem Bestimmungsorte zu.

Bahnen mit besonderem Treibseil werden von Bleichert und Otto construirt und ist eine solche auf dem Braunkohlenbergwerk bei Teutschenthal in der Provinz Sachsen ausgeführt[115]). Sie beruht auf dem Princip, wonach die auf einer Leitbahn laufenden Fördergefässe durch ein besonderes Treibseil fortbewegt werden. Die Bahn ist 740 Meter lang. Die Laufbahn ist hier abweichend nicht aus Drahtseilen, sondern aus Rundeisenstäben von 26, beziehungsweise 30 Millimeter, der eine für die leeren, der andere für die vollen Fördergefässe, hergestellt, dieselben ruhen auf 16 Meter von einander entfernten Böcken mit 1,5 bis 1,75 Meter langen Traversen, auf deren Enden die Eisenstangen aufruhen, welche an dem einen Ende fest verankert, am andern durch eine Spannvorrichtung gespannt werden. Das Treibseil ist ein solches ohne Ende, besteht aber aus Stücken von je 40 Meter Länge, welche durch besondere Kuppelungen mit einander zu einem Ganzen verbunden sind. Auf der Leitstange laufen zwei gekuppelte Rollen hintereinander, von denen ein Bügel herabhängt, an welchem das Fördergefäss befestigt wird; dasselbe enthält ausserdem eine Vorrichtung, in welche die Kuppelung des Treibseils fest eingreift, so dass das sich bewegende Seil das Fördergefäss mitnimmt, während es mit den Rollen am Bügel auf der Leitstange fortgleitet; das Fördergefäss besitzt zugleich an der Vorrichtung eine kleine Rolle, welche dem Treibseil als Reitrolle dient. So oft eine Seilkuppelung am Anfangs- oder Endpunkt anlangt, wird ein Gefäss mit derselben in Verbindung gebracht, so dass dieselben in Entfernungen von je 40 Meter sich hin und herbewegen. Die Geschwindigkeit ist 0,75 bis 1 Meter in der Sekunde.

Der Ingenieur A. Bleichert zu Leipzig hat, wie schon oben erwähnt, die Anlagen solcher Seilbahnen wesentlich vervollkommnet, indem die Spannungen von einem zum anderen Unterstützungspunkte vergrössert, stärkere Steigung und Curven überwunden und entferntere Punkte mit einander ver-

---

[115]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 19. S. 598. — Der Berggeist. Köln 1875. S. 23. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 219. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 58.

bunden sind. Im Wesentlichen ist die Construction die eben beschriebene geblieben, welche nur nach den verschiedenen Localitäten modificirt ist[116]. Eine grosse Zahl derartiger Bahnen hat Bleichert bis jetzt ausgeführt, durch welche die Transporte von entlegenen Gewinnungsstellen zu gangbaren Eisenbahnen, Wasser- und Landstrassen theils überhaupt erst ermöglicht, theils für sehr bedeutend geringere Kosten bewirkt werden konnten. Eine Reihe von Beispielen ist in den laufenden Zeitschriften beschrieben, auf welche einzeln einzugehen zu weit führen würde; beispielsweise hervorzuheben ist die 4555 Meter lange Bahn von der Johann Baptista Grube bei Schlegel in Niederschlesien[117], auf welcher die Steinkohlentransporte zur Eisenbahn über sehr coupirtes Terrain bewirkt werden.

Obach hat Seilbahnen von ähnlicher Construction hergestellt aus zwei Tragseilen und einem endlosen Zugseil. Für die Oistroer Kohlenwerke in Südsteiermark ist eine solche Bahn in einer Gesammtlänge von 2763 Meter über vier Thäler geführt und vermittelt in auf- und absteigender Linie vom Einlade- zum Ausladeplatz ein Gesammtgefälle von 130 Meter. Die freien Spannungen betragen bis 361 Meter, die Höhenlagen der Bahn bis 270 Meter. Das Tragseil für die vollen Gefässe ist 23 Millimeter, das für die leeren 17 Millimeter stark, sie bestehen aus zusammengekuppelten 700 Meter langen Seilstücken und sind jedes 2763 Meter lang, sie enden in Ketten, welche über durch Gewichtskästen gespannte Spannrollen führen; es sind 17 Unterstützungen in Entfernungen von 54 bis 361 Meter vorhanden. Das Zugseil ist 15,3 Millimeter stark, es läuft mit einer Geschwindigkeit von 1,5 Meter in der Sekunde, wobei die Gefässe zu je 250 Kilogramm Inhalt in Entfernungen von 76 Millimeter folgen, so dass immer 36 volle und 36 leere Wagen auf der Bahn laufen. An den Wagen befindet sich ein Klemmapparat, welcher die schnelle Verbindung mit dem Zugseil leicht gestattet[118].

Von Pirker zu Bleiberg in Kärnthen ist eine Seilbahn construirt und für Raibl zur Ausführung gebracht, wo sie seit mehreren Jahren ungestört im Betriebe ist; in Wien war in der Kärnthener Abtheilung ein gangbares Modell ausgestellt[119]. Dieselbe beruht auf dem Princip von Hodgson, wo die Leitseile zugleich Bewegungsseile sind, man ist aber durch Führung des Leithakens im Stande bedeutende Steigungen und Curven zu überwinden, so dass man sich jedem Terrain anschmiegen kann. Die Einrich-

---

[116] Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 139. — Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 3. S. 130. Bd. 11. S. 89. 104.

[117] Berggeist. Köln 1880. S. 185. — Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 7. S. 41.

[118] Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Bd. 13. S. 147. — Der Berggeist. Köln 1881. S. 157. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1882. S. 278. — Thonindustriezeitung. Berlin 1882. No. 36. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 34. p. 294.

[119] Amtlicher Bericht der deutschen Commission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 44.

tung ist noch dadurch ausgezeichnet, dass der Förderwagen, sobald er über dem Ausladepunkt angelangt ist, sich vom Seilhaken selbstthätig abhebt und seine Ladethüren zur Entleerung öffnet, auch von dem folgenden Leithaken wieder gefasst wird, wobei die Bodenklappen sich wieder schliessen. Am Beladungspunkte in seinem Rücklaufe angekommen, verlässt der Wagen wieder das Seil, öffnet selbstthätig den Schutz des Trichters, welcher die zur Verladung bestimmten Massen enthält, wird vom Seile, beziehungsweise dem Leithaken unter Verschluss des Trichters wieder gefasst und zum Ausladeplatze geführt.

Für den Manganerzbergbau zu Vigunsca hat der Director von Pantz zur Ueberwindung eines Höhenunterschiedes von 420 Meter zwei untereinanderliegende Seilbremsberge gebaut, von denen der obere 455 Meter, der untere 560 Meter lang ist, der obere von einer durchschnittlichen Tonnlage von $26^1/_2$ Grad, der untere von $22^1/_2$ Grad. Die Leitung bildet nur ein Leitseil, welches durch Böcke unterstützt ist, auf welchen die Wechsel für die sich begegnenden Transportgefässe angebracht sind; zur Bewegung dienen zwei Zugseile, an welchen die Fördergefässe hängen, während dieselben mit ihren Leitrollen auf dem Leitseile, beziehungsweise auf den Wechseln laufen[120]).

Eine eigenthümliche Seilbahn mag noch erwähnt werden, welche Halladie zum Personentransport in einer sehr belebten Strasse von San Francisco angelegt hat[121]), an deren Erfindung Eppelsheimer, jetzt zu Kaiserslautern, thätigen Antheil genommen haben soll[122]). Hier liegt das endlose Seil in zwei gusseisernen Röhren, innerhalb derselben auf Rollen geführt, unter dem Strassenpflaster. Die gusseiserne Röhre ist oben auf ihrer ganzen Länge, etwas seitwärts von der Mittellinie, mit einem Schlitz versehen, in welchem der sogenannte Mitnehmer sich hin und her bewegt. Derselbe trägt unten 4 Rollen, welche das Seil zwischen sich nehmen und so die Verbindung mit dem Zugwagen auf der Strasse herstellen, indem die Leitspindel des Mitnehmers mit dem Zugwagen verbunden ist. Der Zugwagen und der mit ihm gekuppelte Personenwagen laufen auf Schienen, so dass durch die Bewegnng des Seils ohne Ende, welche ihm durch eine Dampfmaschine gegeben, der Zug fortbewegt wird.

---

[120]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 364.

[121]) Allgem. polyt. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1875. S. 307. 341. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 186.

[122]) Dingler Bd. 219. S. 280.

IV. Motoren und Effecte.

a. Menschen.

Die Leistung der Förderleute ist sehr bedingt durch die Beschaffenheit der Strecken, der Schienenwege, der Wagenconstruction, der Wetterführung u. dgl. m. Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken hat man gefunden, dass die Geschwindigkeit in der Minute bei deutschen Schienen durchschnittlich 52 Meter (der Weg mit vollem Wagen hin und leerem zurück im Durchschnitt gerechnet), bei englischen Schienen 73 Meter beträgt. Für das Füllen eines 10 Centner haltenden Wagens bedarf man etwa 15 Minuten, für das Entleeren 3 Minuten. Unter gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. bei genügend hohen und ziemlich geraden Strecken hat man dort die Erfahrung gemacht[123]), dass in der achtstündigen Schicht transportirt werden können

auf einer Länge von Metern	bei deutschen Schienen Wagen zu 10 Ctr.	bei englischen Schienen Wagen zu 10 Ctr.
100	18	19
200	15	16
400	11	12
600	9	10
800	7	8
1000	6	7
1200	5	6
1600	4	5
2000	3	4
4000	2	3

Auf den Braunkohlengruben im Halberstädtischen[124]) ist die grösste Leistung auf der Königlichen Grube bei Eggersdorf erzielt, wo ein Mann in der Schicht 88 Tonnen auf 293 Meter fördert, also 4190000 Kilogrammmeter leistet, ferner auf Jakobgrube bei Börneke, wo ein Mann 55 Tonnen auf 460 Meter, also 4117000 Kilogrammmeter leistet, während im Mittel von 8 Gruben sich nur 2943000 Kilogrammmeter herausstellen, und von 3 Gruben im Eisleben'schen Braunkohlenbezirk nur 2631000 Kilogrammmeter.

Im Durchschnitt leisten nach derselben Quelle die Menschen am Wagen fünf Mal mehr, als am Karren.

Eine sehr vorzügliche Leistung ist in neuerer Zeit mit der Menschenförderung auf einzelnen Gruben bei Waldenburg, namentlich im Fuchsstolln, erzielt worden. Dieselbe ist nur möglich durch äusserst exacte Ver-

---

[123]) M. Nöggerath in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 184.

[124]) Ottiliä ebenda. Bd. 8B. S. 323.

legung des Schienengeleises und accurate Haltung der Förderwagen. Der Stolln hat eine Länge von 2100 Meter, wird aber nicht in seiner ganzen Länge von den Förderleuten durchfahren, sondern in Abtheilungen, an deren Endpunkten sich Wechsel finden, bis zu welchen die vollen Wagen gefahren und wo die leeren zur Rückfahrt in Empfang genommen werden. Im Jahre 1871 sind im Ganzen im Stolln 176160000 Kilogramm Kohlen gefördert worden; darauf wurden 15772 Schlepperschichten verwendet, in einer Schlepperschicht also 23457000 Kilogrammmeter geleistet, was den Ergebnissen der Pferdeförderung gleichkommt. Die Kosten für 10000000 Kilogrammmeter berechnen sich zu 76 Pf. Eine sehr vorzügliche Leistung wird von dem fiskalischen Steinkohlenbergwerk am Deister berichtet[125]. Man wendet 25 Centner Ladung haltende Wagen an und hält mit grösster Sorgfalt auf vorzügliche Legung der Schienenbahnen, wodurch die Leistungen so gesteigert sind, dass ein Mann in den Grundstrecken 2, im Stolln 3 solcher Wagen mit der gewöhnlichen Fördergeschwindigkeit bewegt.

b. Thiere.

Als Motoren in der Grube wendet man Pferde, Esel, Maulthiere, auch Hunde an, doch am häufigsten Pferde.

Pferde werden im Allgemeinen erst vortheilhaft benutzt, wenn die Förderlängen schon grösser geworden sind; Ponson giebt als Minimum 300 Meter an, doch ist dasselbe zu niedrig gegriffen, richtiger ist die Gränze bei 600 bis 1250 Meter. Eine Ausnahme tritt in England ein, wo man schon bei geringeren Förderlängen in Abbaustrecken Ponies verwendet, wobei aber die dortigen Preisverhältnisse zu berücksichtigen sind, die überhaupt entscheidend wirken.

Am grössten ist der Effect in söhligen oder schwach abfallenden Strecken, er sinkt schnell bei etwas bedeutendem Ansteigen; in letzterem Falle z. B. bei einfallenden Strecken lässt man das Pferd wohl in der Weise wirken, dass es abwärts schreitet und an einem oben über eine Rolle gehenden Seile die Last aufzieht.

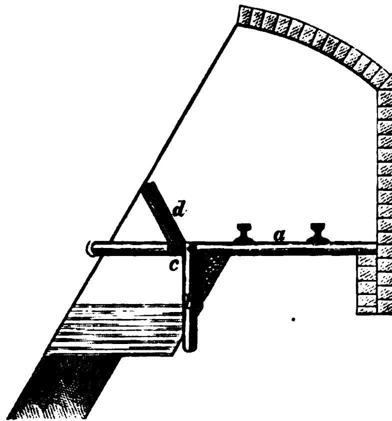
Bei der Einrichtung zur Pferdeförderung hat man für Sicherstellung der Wasserseige zu sorgen, entweder durch Ueberwölben derselben oder durch Bedeckung mit Brettern. Auf der Steinkohlengrube Helene Amalie bei Essen hat man über die Wasserseige 26 Millimeter starke Bretter und darüber 52 Millimeter dicke buchene Bohlen gelegt, welche mit 26 Millimeter tiefen Einkerbungen versehen sind, um den Pferden das Schreiten zu erleichtern; auf der Steinkohlengrube Nachtigall hat man 52 Millimeter starke eichene Bohlen zum Zudecken benutzt und darauf in je 16 Centimeter Entfernung 13 Centimeter breite, 39 Millimeter starke buchene Bretter genagelt; anderwärts nagelt man Latten auf, was aber

---

125) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 105.

wegen möglicher Verletzung der Pferdehufe nicht zweckmässig ist. Auf Mecklingsbänker Erbstolln bei Essen hat man die Wasserseige in verschiedener Weise geschützt: in Fig. 473 bezeichnet a die 13 Centimeter breiten, 16 Centimeter hohen Stege, welche durch das Holz b unterstützt und durch c gegen Seitenverschiebung geschützt werden, die Hölzer b werden

Fig. 473.



mit Brettern benagelt, vor welche Berge angeschüttet werden; damit die Pferde nicht über die Wasserseige treten, sind am Stoss Schutzbretter d angebracht. In einem anderen Falle, Fig. 474, werden Hölzer a unter einem Winkel von vierzig Grad in Entfernungen von 1 Meter gegen den Stoss

Fig. 474.

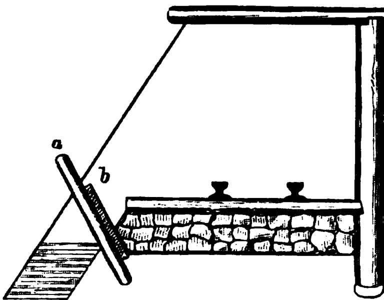
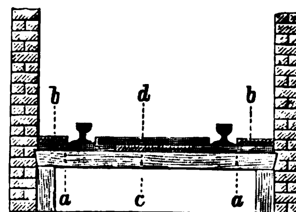


Fig. 475.



gestellt und mit Brettern b benagelt; die Stege für die Schienen werden auf eine Steinschüttung verlagert und reichen nur bis zu den Schutzbrettern. In Querschlägen Fig. 475 ruhen die Stege auf Spreizen, welche an den Stössen aufgestellt werden, in der Mitte ist über die Stege ein Eichenbrett c mit den Fasern parallel den Schienen gelegt, neben welchem auf dem Stege kurze, 16 Centimeter breite, 47 Centimeter lange Brettstücke a liegen, um die Kronenfläche der Schienen zu erhöhen, der Raum zwischen

den Schienen und Stössen wird durch die Buchenbretter b ausgefüllt, während zwischen den Schienen auf dem Eichenbrett Brettstücke d aufgenagelt sind, um das Schreiten der Pferde zu erleichtern.

Der Raum zwischen den Stegen muss, wenn er nicht, wie in den seltensten Fällen, ganz mit Brettern bedeckt ist, mit Bergen, Ziegelschrot oder vollständiger Pflasterung ausgefüllt werden. Wo die Strecken gezimmert und nicht sehr hoch sind, bringt man Bretter an, um das Anstossen der Pferde mit dem Kopfe zu verhindern; ebenso ist eine Sicherung gegen das Seitwärtsausgleiten nöthigenfalls erforderlich, namentlich da, wo eine offene Wasserseige neben der Förderbahn herläuft, wie in manchen westfälischen Gruben.

Auf der Königin Luise Grube hat man in den Hauptförderstrecken das hölzerne Tragewerk ganz beseitigt, indem man die Strecke zwischen den Schienen gepflastert hat, wozu man die beim Querschlagsbetrieb fallenden grösseren Sandsteinstücke benutzt, während die Zwischenräume mit kleineren Gesteinstückchen ausgefüllt werden[126]. Die Pferde schreiten sicherer, als auf dem glatten Tragewerke und die Reparatur des letzteren wird erspart. — Auf der Steinkohlengrube Mansfeld in Westfalen versuchte man Holzpflasterung[126a]. Man benutzte ausgewechseltes Eichenholz, welches man in Stücke von 10 bis 15 Centimeter Länge schnitt; die einzelnen Stücke wurden mit dem Kopfende nach oben so eingesetzt, dass ein Pflasterklotz alternirend 7 Millimeter höher stand, als der benachbarte; die Zwischenräume zwischen den Klötzen wurden mit dünnern Holzkeilen fest ausgekeilt, so dass jedes Feld zwischen 2 Schienstegen ein festes Ganzes bildete. Das laufende Meter doppeltspuriger Förderbahnen kostete 1,50 Mark Arbeitslohn, das Holz wurde nicht in Rechnung gestellt, da man nur solches verwendete, welches zu andern Zwecken unbrauchbar war. Die Pferde, welche anfangs häufig ausglitten, gewöhnten sich sehr bald an das Holzpflaster und gehen jetzt viel leichter und bequemer auf demselben, als auf jedem anderen.

Das Transportiren der Pferde in die Tiefbaugruben erfolgt in der Regel durch die Schächte, indem man sie auf das gewöhnliche Fördergestell bringt und daselbst anfesselt, in Wieliczka hängt man sie frei in Schlingen ein; am besten ist es, hierzu besondere Gestelle anzuwenden. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man überall besondere einfallende Strecken von Tage nieder zur Einführung der Pferde aufgefahren, die auch zugleich von den Arbeitern zur Fahrung benutzt werden.

Unter Tage hat man, wo sie anzubringen sind, Stallungen angelegt, in welche die Pferde nach der Schicht untergebracht werden, man muss sie immer in den ausziehenden Wetterstrom legen, damit die Grubenluft nicht verunreinigt werde. In Saarbrücken, wo der Transport der

---

[126]) Ebenda. S. 105.

[126a]) Ebenda. Bd. 30B. S. 243.

Pferde keine Schwierigkeit macht, kommen sie nach jeder Schicht zu Tage, wodurch man allerdings genöthigt ist, theure Pferdeställe über Tage zu bauen.

Die Leistungen sind je nach dem Zustande der Bahn und der Stärke der Pferde sehr schwankend. Auf den Gruben bei Saarbrücken leistet ein Pferd das 6- bis 9,3 fache eines Schleppers; speciell auf der Grube von der Heydt werden die Leistungen in 12 stündiger Schicht angegeben[127])

auf der Sohle des v. Krugschachtes auf 1880 Meter zu 3 . 10 Wagen = 300 Centner oder 28200000 Kilogrammmeter,

auf der Josephasohle auf 1715 Meter zu 4 . 10 Wagen = 400 Centner oder 34300000 Kilogrammmeter,

auf der Veltheimsohle auf 1000 Meter zu 6 . 7 Wagen = 420 Centner oder 21000000 Kilogrammmeter,

wo bei dem dritten Fall noch Winkelschienen in Anwendung standen.

Auf der Braunkohlengrube Neuglücker Verein bei Nietleben soll in zwölfstündiger Schicht ein Pferd mit 1 Arbeiter auf 3350 Meter Länge, wovon 2300 Meter über Tage liegen, 9 Züge zu 12 Wagen, jeden zu 3 Tonnen, also 9 . 12 . 9 = 972 Centner fortbewegen, was 162800000 Kilogrammmeter ausmachen würde und unverhältnissmässig hoch erscheint[128]).

Auf dem Grubencomplex der Vereinigungsgesellschaft für Steinkohlenbergbau im Wurmrevier bei Aachen hat man in einer Tiefe von 217 Meter eine gemeinschaftliche Fördersohle für alle Gruben etablirt und daselbst Pferdeförderung eingeführt[129]). Dieselbe ist mit grosser Sorgsamkeit angelegt, so dass ein sehr guter Effect erzielt wird. Im Ganzen bieten die Details zu besonderen Bemerkungen keine Veranlassung. Zu erwähnen dürfte nur sein, dass für die Pferdeförderung besondere, 30 Centner Kohle haltende Wagen dienen, welchen aus den Abbaustrecken mit kleineren Fördergefässen, bisher von 6 Centnern, später von 10 Centnern Inhalt Ladung zugeführt wird. Jedes Pferd transportirt gleichzeitig 12 solcher Wagen, also 360 Centner und legt 0,863 Meter in der Sekunde zurück. Die Einrichtung ist so getroffen, dass die Pferde einander zufördern, dass also derselbe volle, beziehungsweise leere Wagenzug von einem Pferde an das andere übergeben wird und keins den ganzen Weg vom Füllungspunkt der Wagen bis zum Schacht und umgekehrt zurücklegt. Dabei ist eine ganz exacte Feststellung der Fahrzeiten von einem Wechsel zum anderen erforderlich, wenn Stockungen vermieden werden sollen, was man durch Einführung ganz specieller Fahrpläne zu erreichen sucht. Die Kosten stellen sich auffallend billig, da sie nur 0,96 Pfennig für eine Centnermeile Nutz-

---

[127]) Dach in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10 B. S. 292.

[128]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8 B. S. 319. 324.

[129]) Wagner: Die Pferdeförderung in der 104-Lachter-Sohle der Gruben der Vereinigungsgesellschaft in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18 B. S. 69.

leistung betragen, ein Resultat, wie es durch maschinelle Streckenförderung kaum erreicht wird.

In den Gruben bei Polnisch-Ostrau hat man erst in neuerer Zeit, wo die menschliche Arbeitskraft zu fehlen beginnt, Pferdeförderung eingeführt, wozu man die sogen. Goralenpferde aus den Karpathen benutzt, welche in Strecken von 1,75 Meter Höhe sich mit Leichtigkeit bewegen. Die Schienenwege sind nur stellenweise zweigeleisig, und es wird mit grosser Gewissenhaftigkeit dafür gesorgt, dass die sich begegnenden Züge rechtzeitig, ohne Aufenthalt zu veranlassen, an den Wechselstellen anlangen. Die Pferde arbeiten entweder 8 Stunden und haben dann 16 Stunden Ruhe oder 12 Stunden hinter einander, wobei ihnen eine zweistündige Fütterungszeit gewährt wird. Auf geraden Bahnen zieht ein Pferd 15 Wagen zu 8 bis 10 Centner Ladung, in gekrümmten Strecken nicht mehr als 10 bis 12 Wagen. Nimmt man an, dass nur 10 Wagen zu 10 Centner fortgefördert werden, so leistet ein Pferd in der 8stündigen Schicht

bei einer Entfernung von	Ladung	mit Kosten für 100 Centner
200 Meter	1600 Centner	42 Kreuzer
300 „	1370 „	43 „
400 „	1200 „	45 „
500 „	1060 „	47 „
600 „	960 „	50 „
700 „	870 „	52 „
800 „	800 „	54 „

Da die Förderung von 100 Centner auf 200 Meter Entfernung durch Menschen auch nur 42 bis 45 Kreuzer kostet, so wird mit Vortheil unter diese Förderlänge nicht mit Anwendung von Pferden heruntergegangen werden dürfen[130]).

Auf der Steinkohlengrube ver. Karlsglük bei Dortmund benutzte man statt kleiner Ponies Esel, deren man 3 einstellte, mit diesen förderte man 760 Centner Kohlen auf eine Querschlagslänge von 473 Meter in der achtstündigen Schicht, was einer sehr mässigen Leistung entspricht[131]).

c. Stationäre Dampfmaschinen.

Die Anwendung von Pferden in ausgedehntem Maasse kommt schon fast nur in Steinkohlengruben vor, ausschliesslich ist dies bei stationären Maschinen der Fall.

---

[130]) Pferdeförderung im Hermenegild-Schacht zu P.-Ostrau im berg- u hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien zu Przibram und Leoben u. der königl. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Studienjahr 1869/70. S. 172.

[131]) Hauchecorne a. a. O. S. 74.

Unter Tage ist diese Fördermethode in England ausgebildet und weit verbreitet, indem man in der Gegend von Newcastle rechnet, dass in Fällen, wo mindestens 7 Pferde zur Bewältigung der Massen erforderlich sind, die Aufstellung einer Maschine vortheilhafter ist, wenn es überhaupt möglich ist, sie anzuwenden; man benutzt sie dort auch in einfallenden Strecken, sowie über Tage, z. B. um Wagen zu verschiedenen Ausstürzvorrichtungen zu bringen, in welchem Falle in der Regel die Schachtfördermaschine die bewegende Kraft giebt. Von England aus ist diese Fördermethode auch nach dem Festland verpflanzt und zuerst auf der Steinkohlengrube von der Heydt bei Saarbrücken, demnächst auf der Königlichen Steinkohlengrube bei Ibbenbüren, seitdem aber in vielen anderen Fällen namentlich auf Saarbrücker Gruben, auch in Oberschlesien, in neuerer Zeit auch in Oesterreich zur Anwendung gelangt[132]).

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass ganz gerade Strecken nicht erforderlich sind, doch dürfen die Curven nicht zu klein sein, wenn nicht grössere Schwierigkeiten hervorgerufen werden sollen; ebenso brauchen sie nicht ganz söhlig zu liegen und können bald abfallend, bald ansteigend, wenn auch nur in geringem Maasse getrieben sein. Auch lässt sich aus mehreren Strecken mit ein und derselben Maschine fördern, allerdings nicht zu gleicher Zeit und mit besonderen Einrichtungen für jede Strecke.

Gewöhnlich bediente man sich früher eines Seils zur Fortpflanzung der Bewegung, seltener der Kette, welche in der Regel nur über Tage und dann nur bei kurzen Förderlängen vorkam, während in neuerer Zeit die Anwendung der Kette zur Regel geworden ist.

Die Aufstellung der Maschine ist von der Localität und von dem zur Ausführung zu bringenden System abhängig, desgleichen auch davon, ob die Kessel unter Tage aufgestellt werden oder ob der Dampf von Tage herzugeführt wird. Die Maschinen sind stets Hochdruckmaschinen, von denen der gebrauchte Dampf nöthigenfalls wieder durch Röhren abgeführt wird, wenn nicht das Ausblasen in den Wetterschacht möglich ist.

Man hat die verschiedensten Systeme zur Anwendung gebracht.

---

[132]) Pfähler: Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9B. S. 83. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt, ebenda Bd. 10B. S. 62. — Dach: Horizontale Seilförderung auf der Grube v. d. Heydt bei Saarbrücken, ebenda Bd. 10B. S. 292. — M. Nöggerath: Elektr. Signalvorrichtung daselbst, ebenda Bd. 11B. S. 1. — Derselbe: Machinelle Seilförderung auf engl. Steinkohlengruben, ebenda Bd. 12B. S. 231. — Spindler und Schönemann: ebenda Bd. 13B. S. 213. — Drassdo: Horizontale Seilförderung auf der Grube Glücksburg bei Ibbenbüren in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 229. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome I. p. 239. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 328. — Berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr. Bergakademien. Bd. 21. S. 18. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 162. — The Engineering and Mining Joural. New-York. Vol. 21. p. 322.

A. Mit Seil:

1. mit Seil ohne Ende, so dass dasselbe in sich geschlossen ist,
   a) mit continuirlicher Bewegung, wobei doppelte Spur erforderlich ist, um den beladenen Zug nach der einen, den leeren nach der anderen Richtung gehen lassen zu können,
   b) mit alternirender Bewegung, wobei einfache Spur genügt;
2. mit Seil, welches durch Einschalten des Zuges geschlossen wird,
   a) mit einfacher Spur, wo man das Seil als Vorder- und Hinterseil benutzt,
   b) mit doppelter Spur,
3. mit zwei getrennten Seilen, deren jedes durch eine besondere Maschine an den beiden Endpunkten der Bahn auf- und abgewickelt wird, so dass also durch die eine Maschine der volle Zug vorgezogen, durch die andere der leere zurückgezogen wird.

B. mit Kette ohne Ende.

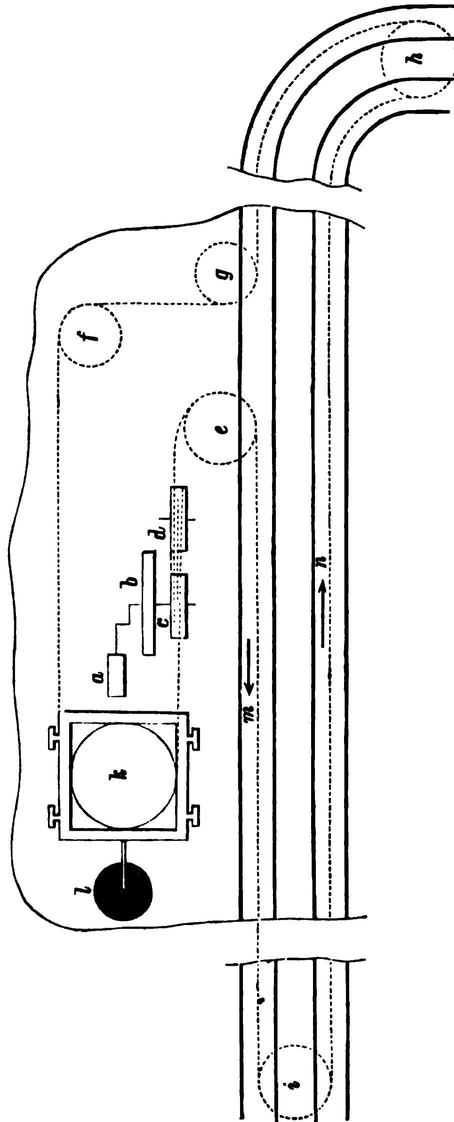
a. Für das System A. 1. *a*. dient die Einrichtung auf Pelton colliery bei Chester le Street als Beispiel[133]) und ist durch Fig. 476 erläutert. a ist der liegende Dampfcylinder, b das Schwungrad, c d die Trommeln mit je drei schraubenförmigen Rinnen, welche als verticale Rollen wirken und auf denen sich das Seil aufwickelt, e f g h i sind horizontale Scheiben, von denen nur f oberhalb der Bahn liegt und durch welche das Seil geführt wird, k ist eine grosse horizontale Scheibe, welche auf einem Rädergestell und einer Schienenbahn ruht und durch ein in den blinden Schacht l hängendes Gegengewicht gehalten wird, wodurch das Seil stets straff gespannt ist; die Förderbahn m dient für den Zug mit vollen Wagen, n für den Zug mit leeren Waagen. Ausser den bezeichneten Leitscheiben sind noch Leitrollen für das Seil innerhalb der Schienenbahnen so angebracht, dass sie die Bewegung der Wagen nicht hindern. Um die Bewegung der Züge in der Gewalt zu haben, namentlich in geneigten Theilen der Strecken, ist in jedem Zuge ein besonderer Bremswagen eingeschlossen, welcher leer bleibt und dazu bestimmt ist, den Zug mit dem Seile in Verbindung zu halten, indem im Uebrigen die Wagen lose über dem Seile hergehen. Zu dem Zweck ist der Wagen mit einer Bremse versehen, welche geschlossen ist, die Bremsbacke an das Seil andrückt und nur geöffnet wird, wenn der Wagenzug vom Seile gelöst werden soll. Deshalb sitzt ein Zugführer im Wagen, welcher den Bremshebel führt, mit welchem ein verschiebbarer Keil zum Andrücken an das Seil in Bewegung gesetzt wird; ausserdem führt der Zugführer von seinem Sitze aus einen Haken, der durch den Boden des Wagens hindurchgeht, das Seil erfasst und gewissermassen eine Leitung für das Siel abgiebt. Endlich hat der Zugführer eine eiserne Gabel zu führen, mit welcher er in den Curven das Seil auf die Rollen niederdrückt, nachdem der Zug die Rollen passirt hat, was Uebung und Ge-

---

[133]) Pfähler a. a. O. S. 92.

schicklichkeit erfordert. An den Stellen, wo die grossen Leitrollen liegen, wo also das Seil nicht innerhalb der Bahn liegt, die Wagen demnach nicht mit dem Seil in Verbindung bleiben können, bewegt sich der Zug noch

Fig. 476.



vermöge der lebendigen Kraft vorwärts; der Zugführer muss dann vorher den Bremswagen gelöst haben und nach Ueberschreitung der betreffenden Stelle mit dem Haken und dem Bremskeil das Seil wieder fangen.

Die Einrichtung ist complicirt und theuer und erfordert grosse Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Zugführer, obschon bei hinreichender Maschinenstärke mehre Züge gleichzeitig bewegt werden können.

Auf der Peltongrube hat das Seil einen Durchmesser von 22 Millimeter, die Maschine 25 Pferdekräfte, mit welcher bei 2,5 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde ein Zug von 40 Wagen zu 7 Centner, einschliesslich des Bremswagens, im Ganzen also 273 Centner Kohlen als Ladung transportirt werden.

Derartige Förderungen werden von böhmischen Braunkohlengruben beschrieben [134]).

b. Die Einrichtung auf Kirkless Hall (nicht Hartless Hall, wie in der Quelle angegeben) bei Wigan [135]), welche unter das System A. 1. b. fällt, ist einfacher. Eine 12 Pferde kräftige Maschine mit liegendem Cylinder treibt mittelst konischen Vorgeleges eine horizontale Scheibe von 1 Meter Durchmesser, in 4,7 Meter Entfernung liegt eine Spannrolle auf Wagengestell mit Gegengewicht, jene Scheibe hat zwei, diese eine Seilrinne, von einer zur andern wird das Seil verschränkt geführt und geht dann von der ersten Scheibe aus in die 823 Meter lange Strecke, in welcher 3 Curven von 15 Meter Radius vorkommen. Die Bahn ist eingeleisig und nur an beiden Enden mittelst Weichenverbindung zweigeleisig, wo das eine Geleise zum Rangiren benutzt wird, damit nach Ankunft des Zuges die Förderung sogleich ihren Fortgang nehmen kann, was wegen der Beschleunigung um so wichtiger ist, als nur jedesmal entweder der volle Zug zum Schachte, oder der leere zu den Arbeitspunkten transportirt werden kann. Der erste Wagen ist leer und zur Aufnahme des Zugführers bestimmt, welcher eine Zange zum Fassen des Seils führt; dieselbe hat eine 21 Centimeter lange Tülle, mit welcher das Seil umfasst wird, nach dem Fassen wird oben über die Arme ein Ring geschoben, damit ein freiwilliges Lösen der Zange nicht stattfindet, ausserdem ist an der Zange eine kurze Kette angebracht, deren Endhaken in eine Oese am Giebel des ersten Wagens eingehakt wird. Der Zugführer hält die Zange senkrecht, nur in Curven biegt er sie nach der Seite, wo die Leitungsrollen liegen und tritt ausserdem mit dem Fuss auf die Kette, wodurch er bewirkt, dass Zange und Seil im Moment des Passirens die Rolle nicht berühren. Sobald der erste Wagen die Weiche überschritten hat und der Zug in das für ihn bestimmte Rangirgeleis einläuft, löst der Zugführer den Ring und die Kette der Zange und diese selbst vom Seil, während der Zug in Folge der lebendigen Kraft seine Bewegung noch fortsetzt. Das Seil ist 13 Millimeter stark aus Gussstahl. Der Effect ist der, dass 14 bis 20 Wagen, jeder zu 6 Centner Ladung, auf 823 Meter in 7 Minuten,

---

[134]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 91. 101.

[135]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 71.

also mit einer Geschwindigkeit von 1,96 Meter in der Sekunde transportirt werden.

c. Nach dem unter A. 2 angegebenem System wird das Seil erst geschlossen durch Einschalten der Züge, wobei überwiegend nur ein Geleise in Anwendung steht. Die Maschinen sind gewöhnlich Zwillingsmaschinen mit zwei Seilkörben, auf deren einem sich das eine Seilende auf-, von deren zweiten sich das andere Seilende abwickelt und welche abwechselnd von der Treibwelle zu lösen, beziehungsweise mit ihr zu kuppeln sind, weil nur für das jedes Mal belastete Seilende der Seilkorb mit der Welle gekuppelt werden muss, während für das leer gehende Seil der Seilkorb nur als Leitrolle dient.

Bei einfacher Spur kann das eine Seil etwas schwächer sein, als das andere, weil dasselbe nur als Verbindungsglied dient, ohne direct belastet zu werden, man unterscheidet dann das Vorderseil (main rope) als das belastete und das Hinterseil (tail rope), für welche vermittelnd stets am Ende der Bahn eine Rolle angebracht ist. Im Allgemeinen ist bei dieser Einrichtung erforderlich, dass man stets Züge von ziemlich gleicher Länge einschaltet; wenn man dies umgehen will, muss man Stücke von Seilen oder Ketten vorräthig halten, um die Differenz auszugleichen.

Als Beispiel dieser Einrichtung mit einfachem Geleise ist anzuführen der Stolln der Dowlais Iron Works bei Merthyr Tydville[136]). Vor dem Mundloch desselben befindet sich eine liegende Zwillingsmaschine von 0,314 Meter Cylinderdurchmesser und 0,628 Meter Hub, das Drathseil ist 26 Millimeter dick, die Länge der Förderstrecke beträgt 1372 Meter, welche in 8 bis 10 Minuten Zeit, also bei einer Geschwindigkeit von 2,275 bis 2,825 Meter in der Sekunde einen Zug von 30 Wagen, jeden zu 1 ton = 20,32 Centner zu Tage schafft; wegen der Zeit zum An- und Abschlagen können in einer Stunde indess nur 2 solcher Züge gefördert werden. Speciell bleibt noch zu erwähnen, dass jeder Seilkorb hier eine eigene Achse hat.

Eine ähnliche Einrichtung befindet sich auf der Sherburn-Grube bei Durham[137]), wo mittelst einer 45 Pferde starken Maschine aus 8 Streckenzweigen gefördert wird. Das Vorderseil hat hier 65 Millimeter, das Hinterseil 59 Millimeter Umfang, das letztere hat an verschiedenen Stellen, welche den Punkten entsprechen, wo die Weichen für die Nebenstrecken liegen, Anschlussglieder, um die Seile für diese Nebenstrecken in Verbindung bringen zu können; am Endpunkte einer jeden Strecke befindet sich eine Leitscheibe, um welche das Hinterseil geführt wird. Beide Seilkörbe liegen auf einer Welle, jeder ist von derselben lösbar und mit Bremse versehen. Gefördert werden hier 35 Wagen zu $7^3/_4$ Centner Ladung mit 6,69 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

---

136) Pfähler a. a. O. S. 83.

137) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 62.

Auf der Grube Houghton le Spring bewegt man 44 Wagen mit 4,47 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde, auf der Grube Monkwearmouth bei Sunderland auf 1000 Meter 40 Wagen zu $9^1/_2$ Centner Ladung in 4 Minuten oder mit 4,24 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

Dieselbe Einrichtung ist auch für die Förderung zum Stolln im Schacht Pommer-Esche der Königl. Steinkohlengrube Glücksburg bei Ibbenbüren[138]) gewählt; eben so auf der Paulusgrube bei Morgenroth in Oberschlesien[139]), bei welcher zu erwähnen ist, dass der Conducteurwagen mittelst einer Gabel mit dem Seil in Verbindung gesetzt und mit nachschleifenden Hemmstäben und einer Bremsvorrichtung versehen ist, wodurch es dem Conducteur möglich gemacht wird, den Zug beim Reissen des Seils auch in der im Verhältniss 1 : 18 geneigten Strecke sofort zum Stillstande zu bringen. — Auch in Oesterreich ist dieses System eingeführt auf der Kohlengrube im Seegraben bei Leoben und in den unten angegebenen Quellen ausführlich beschrieben[140]). — Auch auf den Gruben bei Anzin im nördlichen Frankreich findet sich diese Einrichtung[141]).

d. Auf dem Schacht Eppleton der Grube Hetton[142]) hat man zwei Geleise, welche an den geneigten Stellen nur aus 3 Schienen gebildet sind; es findet hier eine gleichzeitige Bewegung eines vollen und eines leeren Zuges statt, deren jeder 21 Wagen zu $8^1/_2$ Centner Ladungsfähigkeit enthält, die Geschwindigkeit beträgt auf der 1765 Meter langen mit wechselnden Neigungen und Gefällen versehenen Strecke 3,24 Meter in der Sekunde. Die Seile haben 8 Centimeter Umfang, die Seiltrommeln liegen auf verschiedenen Achsen. Andere Besonderheiten sind bei dieser Vorrichtung nicht zu erwähnen.

e. Das Hin- und Herziehen durch je eine Maschine ist einfach, weil man nur eine Seillänge in Thätigkeit und durch Rollen zu leiten hat, erfordert aber zwei Maschinen mit je einer Trommel, welche auch hier von der Welle zu lösen und mit Bremse versehen sind. Bisher ist diese Methode nur auf Stollngruben angewendet, wo alsdann eine Maschine vor dem Mundloch aufgestellt ist, während die andere in der Grube am Ende der Hauptstrecke steht. Vortheilhaft bei dieser Methode ist auch, dass man nicht an eine bestimmte Länge des Zuges gebunden ist, und dass man nicht behindert wird aus Nebenstrecken zu fördern.

Die oben von Dowlais works beschriebene Vorrichtung ist später in die hier in Rede stehende umgewandelt worden, besonders ausgebildet ist

---

138) Drassdo, a. a. O. S. 229.

139) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 374.

140) J. v. Hauer: Die Horizontalförderung mit Seil im Seegraben bei Leoben im berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr. Bergakademien. Bd. 21. S. 18. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 174.

141) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 9 p. 147.

142) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 70; auch Busse ebenda. Bd. 6B. S. 102.

sie auf der Steinkohlengrube von der Heydt bei Saarbrücken[143]). Die Förderung erfolgt hier von drei Punkten aus, in gerader Erstreckung im Vonderheydtstolln vom Krugschachte bei einer Entfernung von 1883 Meter, von den Flötzen Karl und Heinrich in 1715 Meter Entfernung, endlich von einem flachen Seilschacht, welcher seitwärts von der Stollnstrecke liegt, in 1130 Meter Entfernung. Eine Maschine liegt vor dem Stollnmundloch, die andere am Ende des Vonderheydtstollns unterhalb des Krugschachtes, von dessen über Tage stehenden Kesseln sie die Dämpfe empfängt. Beide Maschinen haben einen liegenden Cylinder; über Tage findet die Uebertragung der Bewegung auf den Seilkorb durch einen Riemen, unter Tage durch Räderverbindung statt. Das regelmässige Aufwickeln des Seils wird durch Hin- und Herschieben eines Gestells mittelst Schraube ohne Ende bewirkt. Das Geleise ist einspurig, nur an beiden Enden sind Behufs des Rangirens Doppelgeleise angebracht; innerhalb des Geleises befinden sich von 6 zu 6 Meter Leitrollen für das Seil mit horizontaler Achse, wogegen in den Curven zum Theil geneigte Rollen liegen. Jeder Zug ist an jedem Ende durch einen leeren Anhängewagen geschlossen, der zugleich zur Aufnahme des Zugführers dient; die unter diesem Wagen befindliche Zugstange ist zweimal gebrochen und an den Bruchstellen in Charnieren beweglich, wodurch man die Möglichkeit erreicht, dass das Hinterseil sich bequem auf die Rollen legt.

Man hat die Zahl der Wagen in den Zügen allmälig gesteigert und Züge von 80 Wagen zu 10 Centner Ladung formirt, auch die früher zu 2,197 Meter in der Sekunde angewendete Geschwindigkeit hat man auf 3,139 Meter erhöht und kann hierin wohl noch weiter gehen. Die Ersparung, welche man durch diese Fördereinrichtung gegen die frühere Pferdeförderung erzielt hat, ist sehr beträchtlich und hat zur Einführung von Seilförderungen auch auf den übrigen Saarbrücker Gruben Veranlassung gegeben. Auf der Redengrube daselbst hat man für die Seilförderung einen besonderen Wagenpark von 400 Wagen hergestellt, bei welchen die frühere Kuppelungsweise mit durchgehenden Stangen verlassen und statt derselben ein Rahmen von ⊔-Eisen angebracht wurde, auf welchem die zur Kuppelung dienenden Haken und Stangenketten befestigt sind, wie aus Fig. 477 hervorgeht. Die bei a zur Vermeidung der nachtheilig wirkenden Stösse angebrachten Gummischeiben nutzten sich sehr bald ab und wurden durch die in Fig. 478 dargestellte Puffervorrichtung ersetzt. Zur leichteren Bewegung in den Curven sind zwei Räder über Kreuz lose, die beiden anderen fest auf die sich drehende Achse aufgesteckt[144]).

Mit den unter *c.* und *e.* beschriebenen Systemen kann man von den Endpunkten mehrer Strecken fördern, wenn man Weichen und in den abgezweigten Strecken Seile und die zugehörigen Rollen anbringt. Bei *d.*

[143]) Dach, a. a. O. Bd. 10B. S. 292. — Vollert ebenda. Bd. 30B. S. 299.

[144]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 373.

ist das zwar auch möglich, erfordert aber eine complicirte Einrichtung, um so mehr, wenn man in der Nebenstrecke doppelte Spur behalten will. Daher hat man diese Art der Abzweigung in diesem Falle auch nicht an-

Fig. 477.

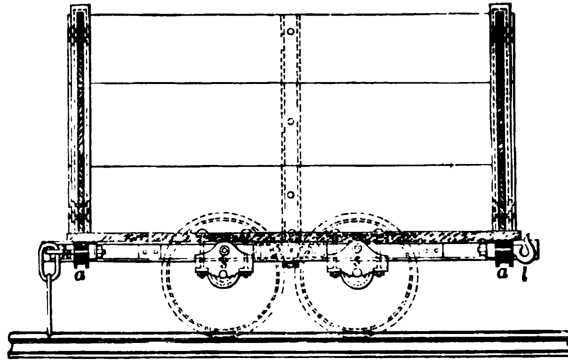
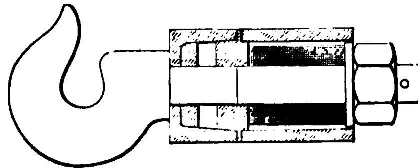


Fig. 478.



gewendet, sondern statt dessen an derselben Maschine so viel paar Seilkörbe, als Hauptförderpunkte in die Förderung gezogen werden sollen, angebracht, wie auf der Hettongrube[145]).

Auf Sherburn hängt man zu diesem Zweck an das auf der Trommel befindliche Hinterseil besondere Seilstücke, welche in den abzweigenden Strecken bereit liegen; zur besseren Herstellung der Verbindung sind die Enden mit Blechhülsen umlegt und mit Bügeln versehen, welche durch Bolzen verbunden werden, Fig. 479. Wenn die Förderung bisher in der Richtung von B nach A, Fig. 480, stattgefunden hat und aus CD nach A gefördert werden soll, so hält der volle Zug bei C an, das Stück Hinterseil abc wird abgenommen und def angehängt und zwar d an Stelle von a und f von c, auf welche Weise alsdann die bei D stehenden Wagen bei fortgesetzter Bewegung mit vorgenommen werden. Ebenso geschieht es für EF, wobei freilich dann das Hinterseil über die Bahn geleitet werden muss; will man dies vermeiden, so kann man bei E' eine Rolle anbringen und das Hinterseil EFE' ganz einschalten, ohne von BA etwas zu lösen und hat dann also gleichzeitig die Rollen FE'B im Gange.

---

[145]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 71.

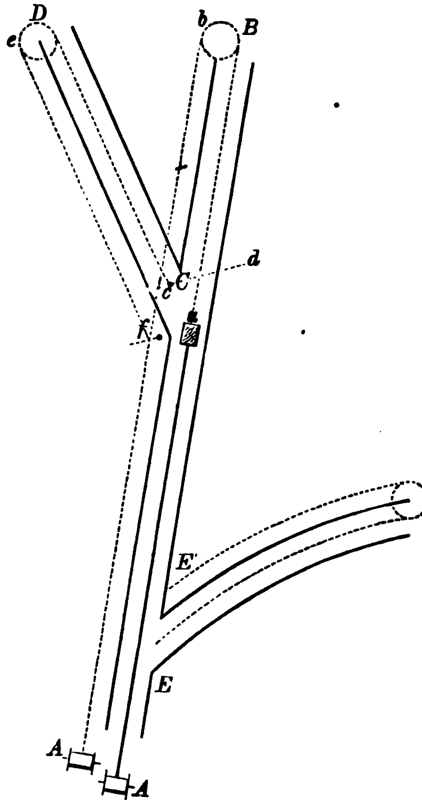
In ganz gleicher Weise ist die Förderung aus den Nebenstrecken auf der Grube von der Heydt hergestellt.

f. Für die Förderung mit Kette ohne Ende werden zwei Scheiben mit verticaler oder mässig nach Innen geneigter Achse aufgestellt, über welche die Kette gelegt wird; die Scheiben sind aus Gusseisen, mit Vor-

Fig. 479.



Fig. 480.



sprüngen an der Rinne versehen, um das Gleiten der Kette zu verhindern. An jedem Ende der Bahn wird eine solche Scheibe angebracht, zwischen denen die Kette lose herabhängt; eine der Scheiben wird durch die Maschine mittelst konischer Vorgelege bewegt, theilt die Bewegung der Kette mit und diese wiederum der anderen Scheibe; die Bewegung erfolgt immer nach derselben Richtung. Die Scheiben sind höher angebracht als die Wagen hoch sind, so dass diese darunter fortgeschoben werden können.

Die Wagen werden einzeln nacheinander untergeschoben und zwar, da zwei Geleise vorhanden sind, die vollen immer auf das eine, die leeren auf das andere Geleise, sie werden entweder allein durch das Gewicht der

sich auflegenden Kette erfasst und von dieser mitgenommen, oder es werden besondere gabelartige Klammern auf einen Giebel der Wagen aufgesetzt, in welche die Kette eingreift, oder es befinden sich vorn und hinten Stifte, auf welche sich ein Ring der Kette legt[146]). Die Geschwindigkeit ist nicht gross, auf Clifton-Hall bei Manchester 0,942 Meter, auf Pelton bei Chester le Street 0,758 Meter, auf Black Brook 0,628 Meter in der Sekunde.

Das Gewicht der Kette auf Clifton-Hall beträgt 92,5 Kilogramm auf 1 Meter, wobei die Glieder 65 Millimeter lang und 13 Millimeter dick sind; dieses grosse Gewicht ist jedenfalls als nachtheilig anzusehen, weil dadurch die Last für die Maschine ohne Zweck vergrössert wird. Die Wagen verlassen in der Nähe der Scheibe die Kette von selbst, indem dieselbe zu der höher gelegenen Scheibe aufsteigt, also sich nicht mehr auf den Wagen auflegen kann.

In England ist diese Fördermethode über Tage sehr häufig, sie findet sich auch unter Tage, jedoch da nicht, wo grosse Geschwindigkeiten erzielt werden sollen.

In Belgien ist auf der Steinkohlengrube Hasard eine Förderung mit Kette ohne Ende eingerichtet, welche sich durch die grosse Länge der durchfahrenen Strecke von 3200 Meter auszeichnet. Von dieser Einrichtung war in Wien ein Modell ausgestellt[147]). Die Bahn hat mannigfache Curven und Neigungen, welche durch sorgfältige Leitung und durch mässige Geschwindigkeit von 1,5 Meter in der Sekunde überwunden werden. Man hat die Kette ihrer grösseren Dauer wegen dem Seil vorgezogen, indem man annimmt, dass jene 12 Jahre halten soll, während ein Seil nur eine Dauer von 18 Monaten haben soll. Die Anlage ist seit 1872 in ungestörtem Betriebe.

Eine Förderung mit Kette ohne Ende von 1760 Meter Länge ist in neuerer Zeit in dem Burbachstolln der Steinkohlengrube von der Heydt, auch auf anderen Gruben bei Saarbrücken mit sehr gutem Erfolge eingeführt[148]).

Auf dem Kübeckschachte bei Kladno ist eine Kettenförderung in einem 300 Meter langen Stolln hergestellt[149]).

Eine Kette ohne Ende war mit Vortheil auf dem Steinsalzbergwerk

---

[146]) Busse, a. a. O. S. 87. — Pfähler, a. a. O. S. 91. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 73.

[147]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig. Bd. 1. S. 41. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 18. p. 6.

[148]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 106; Bd. 30B. S. 244. 299. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 371. — Glückauf. Essen 1880. No. 49.

[149]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 44.

bei Stassfurt über Tage in Anwendung zur Aufwärtsbewegung beladener Wagen auf einer schiefen Ebene zu den höher belegenen Mühlen.

Auch in einfallenden Strecken hat man in England die Kette ohne Ende versucht, wobei man aber jeden einzelnen Wagen mit Hilfsketten an der Hauptkette befestigen muss. Eine ähnliche Vorrichtung mit Seil ohne Ende, in welchem in bestimmten Entfernungen Knoten angebracht waren, ist in einem flachen Schachte bei Ibbenbüren angewendet worden, indem die Knoten des Seils in Gabeln an den Wagen griffen und diese mit fortnahmen; es fanden sehr häufig Seilbrüche und Wagenentgleisungen statt. Dagegen ist die Förderung mit Kette ohne Ende auf schiefer Ebene in einer Thonförderung bei Teutschenthal mit gutem Erfolge eingeführt[150]).

Das Signalisiren ist bei der Maschinenförderung unter allen Umständen nothwendig und muss die Bedingung erfüllen, dass der Zugführer während des Ganges an jedem Punkte Signale zur Maschine geben kann. Drahtzüge haben den Zweck nirgends erreichen lassen, weil wegen der grossen Elasticität derselben bei der grossen Länge der Signalzüge das Ziehen durch den Zugführer am Ende nicht wirksam wurde. Mit Vortheil sind Signalstangen aus 13 Millimeter starkem runden Walzeisen in England auf der Grube Kirkless Hall[151]) angewendet, wo man die einzelnen Stangen durch Schraubengewinde mit einander verbunden hat; das ganze Signalgestänge wird frei aufgehängt und gestattet, wenn der Zugführer mit einem Hammer daran schlägt, dem Maschinenwärter die einzelnen Schläge zu hören. Ein solches Gestänge hat man auch bei der Seilförderung in Ibbenbüren zur Anwendung gebracht, jedoch hier nicht die einzelnen Stangenstücke an einander geschraubt, sondern bei der Verlegung an einander geschweisst, so dass die ganze Signalstange aus einem Stück besteht.

Auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken bedient man sich eines electrischen Signals[152]), welches mit grosser Präcision arbeitet und durch welches die Kosten des Signalisirens sehr verringert worden sind, da es früher durch 3 Arbeiter von Station zu Station mittelst Drahtzügen vermittelt wurde. In den Maschinenstuben befinden sich Schlagwerke, zu denen der electrische Draht führt; in demselben wird ein continuirlicher Strom hervorgerufen, in welchen von 200 zu 200 Meter Auslösevorrichtungen eingeschaltet sind, welche durch einen zweiten Draht von dem Zugführer an jeder beliebigen Stelle in Thätigkeit gesetzt werden können, so dass der Strom unterbrochen wird und das Läutewerk so oft anschlägt, als der Draht gezogen wird. Bei einer anderen Förderstrecke daselbst hat man den Draht, welcher den Strom leitet, zugleich als Auslösedraht be-

---

150) Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 409.
151) Serlo, v. Rohr. Engelhardt a. a. O. S. 72.
152) M. Nöggerath a. a. O. Bd. 11B. S. 1.

nutzt und dadurch die Vorrichtung wesentlich vereinfacht. Auch auf der Königsgrube in Oberschlesien war eine electrische Signalleitung bei der Seilförderung zur Anwendung gelangt. Bei der Kettenförderung von Hasard ist gleichfalls eine electrische Signalvorrichtung vorhanden, bei welcher die Ausschaltevorrichtungen alle 80 Meter angebracht sind.

Die Kosten der maschinellen Seilförderung in horizontalen oder schwach geneigten Strecken sind, wie in den mehrfach angezogenen Beschreibungen nachgewiesen ist, wesentlich geringer, als die mittelst lebender Motoren und sinken je nach der Förderlänge und dem Förderquantum an einzelnen Stellen um mehr als 50 Procent[153]).

Die Anwendung der maschinellen Streckenförderung breitet sich immer mehr aus, namentlich auf den Saarbrücker Gruben, wo man auf den Gruben Gerhard Prinz Wilhelm, Reden und von der Heydt neun derartige Einrichtungen getroffen hat, so auch in Oberschlesien, wo auf den Gruben Florentine bei Beuthen und Paulus bei Morgenroth[154]) in neuerer Zeit Seilförderungen eingeführt sind; auch in der Provinz Sachsen ist auf der Braunkohlengrube Wilhelm Adolf bei Lebendorf eine solche Förderung eingebaut worden[155]). Grösstentheils hat man Vorder- und Hinterseil angewendet, in selteneren Fällen Seil ohne Ende, wie bei der 1865 auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm und auf der Grube Wilhelm Adolf hergestellten Förderung. Die Vorrichtung, welche 1867 auf dem Veltheimstolln der Grube Gerhard Prinz Wilhelm eingebaut wurde, zeichnet sich durch ihre Länge aus, welche 3348 Meter beträgt, so dass das Vorder- und Hinterseil 8370 Meter lang ist. Bei dieser Förderungseinrichtung benutzte man eine vorhandene Maschine, bei welcher Kammradübertragung nicht anzubringen war, so dass man Riemenübertragung anwendete; dieselbe bewährte sich aber nicht, so dass man dieselbe abwarf und die Uebertragung durch eine Laschenkette bewirkte, deren Glieder, aus Stahl gefertigt, eine Länge von 26 Centimeter haben. Auf den Riemenscheiben sind nunmehr schmiedeeiserne Zähne angebracht, welche in die Glieder der Kette eingreifen. — Bei den Anlagen auf den Saarbrücker Gruben hat man es als bewährt befunden, das Hinterseil nicht an der Firste, sondern besser neben dem Vorderseil am Stosse zu führen, weil die Führungsrollen leichter und sicherer zu befestigen sind und dadurch die Stabilität der Führungsvorrichtungen vergrössert wird. — Meistentheils bedient man sich bei Neueinrichtungen jetzt der Kettenförderung.

Eine bemerkenswerthe Anwendung der Seilförderung hat man auf der

---

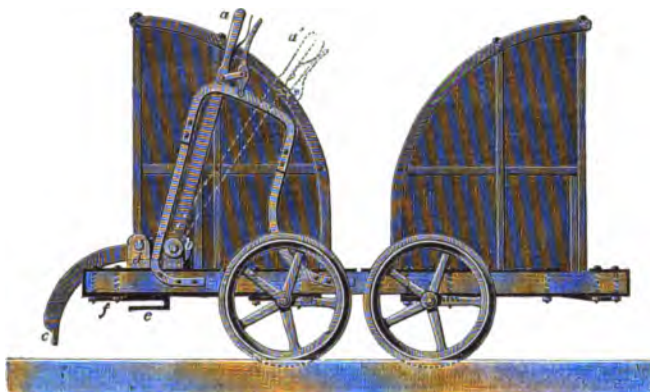
[153]) Franz Rhžia: Betriebskosten der Seilförderung in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 289. — Nasse: Betriebs- u. Förderkosten der horizontalen Seilförderungsanlagen auf den Gruben bei Saarbrücken in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 112.

[154]) Glückauf. Essen 1871. No. 12.

[155]) Hauchecorne a. a. O. — „Der Berggeist“. Köln 1871. S. 5.

Grube von der Heydt bei Saarbrücken gemacht, wo man die oben beschriebene Vorrichtung benutzte, um den am Stollnmundloch angelangten Wagenzug sogleich mit der Maschine nach der Ladebühne zu fördern. Bei der in Rede stehenden Einrichtung hat man Seil und Gegenseil in Anwendung, welche von einer vor dem Stollnmundloch stehenden und von einer am Ende des Stollns aufgestellten Maschine gezogen werden, jene bewegt den vollen, diese den leeren Zug. Das Seil wird vom Stollnmundloche aus über kleine Rollen bis zur Ladebühne geführt und geht hier über eine horizontale Scheibe von 1,569 Meter Durchmesser, von welcher aus das Seil als Hinterseil in der Sohle bis zur Maschine fortgesetzt ist;

Fig. 481.



hier passirt es zwei stehende Seilscheiben, von welchen die eine das Seil auf der Sohle niederdrückt, die zweite dasselbe überlaufend aufnimmt und über die Maschine hinweg auf den Seilkorb führt. Später hat man diese Einrichtung durch Kettenförderung ersetzt.

Der auf dieser Grube angewendete Seilführungswagen, welcher am Anfang und Ende jedes Zuges läuft und den Zugführer aufnimmt, hat die in Fig. 481 angegebene Construction. An dem hinteren Theile des Wagens befindet sich der um die Achse b drehbare Winkelhebel a b c, dessen oberer Arm in einen Griff a, dessen unterer in eine Klaue c ausläuft. An dem letzteren ist ein in einem Charnier beweglicher, senkrecht stehender Stift d befestigt, welcher sich bei der Hin- und Herbewegung des Hebels in der bei e in zwei Enden auslaufenden und daselbst durchlochten Zugstange des Wagens auf- und abbewegt. Wird der Wagen hinten am Zuge geführt, so ist der Hebel in der Stellung a, der Endhaken des Seils wird bei e um den Stift d gelegt, das Seil selbst unter die in dem tiefsten Stande befindliche Klaue c gebracht und so bei der Fahrt das Einlegen des Seils in die schiefstehenden Rollen bewerkstelligt. Bei der Einfahrt des leeren Zuges bringt der Zugführer an der Stelle, wo die Verbindung des Seils mit dem Wagen gelöst werden soll, den Winkelhebel

aus der Stellung a in die Stellung a', so dass der Endhaken des Seils frei wird und dasselbe sich von dem Seilführungswagen loslöst. Wenn der Wagen sich am Kopfe des Zuges befindet, so wird der Hebel während dessen Bewegung in der Stellung a' erhalten und der Endhaken des Vorderseils wird an der in der Oese f auslaufenden Zugstange befestigt. Dabei steht die Klaue c hoch und kann an den Seilrollen nicht anstossen, sie drückt dann auch das Seil nicht nieder, wodurch das Ausspringen desselben aus den Rollen nur befördert werden würde.

Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man von einer Grundstrecke einen 111 Meter langen 11 Grad ansteigenden Querschlag getrieben und denselben noch 251 Meter söhlig fortgesetzt. Die starke hier umgehende Förderung bedingte, dass man den ansteigenden Querschlag hinab gleichzeitig mehre, in der Regel 4 gefüllte Wagen, jeden zu 10 Centner Ladung, hinabförderte und ebenso viele leere Wagen gleichzeitig aufzog. Die grosse hierdurch erzielte, überschüssige Kraft benutzte man, um in dem söhligen Querschlag eine Seilförderung herzustellen. Auf der 785 Millimeter starken Bremswelle, auf welcher das Seil für den Bremsberg (steigender Querschlag) aufliegt, ist ein 1,569 Meter im Durchmesser haltender Seilkorb aufgebracht, um welchen zur Verhinderung des Gleitens das Seil mehre Male herumgeschlungen ist; dasselbe wird an der Firste über Leitrollen bis ans Ende des söhligen Querschlags, hier über eine stehende Scheibe von 1,569 Meter Durchmesser und von dieser zur Sohle des Querschlags geführt, auf welcher es über Leitrollen bis zum Bremsberge zurückkehrt. In das Seil wird der beladene, beziehungsweise leere Wagenzug eingeschaltet. Da die Stelle, wo der Bremshaspel steht, die ganze Länge des Querschlags wie 1 : 2 theilt, so haben die Umfänge der Bremswelle und der Seiltrommel in gleichem Verhältniss angeordnet werden müssen. Da ausserdem zwei den Bremsberg hinabgehende volle Züge dazu gehören, um einen beladenen Zug in einem söhligen Querschlag vorwärts und einen leeren wieder zurückzubringen, so müssen im söhligen Querschlag jedes Mal doppelt so viele Wagen in den Zug eingeschaltet werden, als im Bremsberge hinabgehen, um für diesen immer zwei Ladungen zum Anschlage zu bringen. Es werden durch diese Einrichtung in dem söhligen Querschlage täglich 6 Förderleute erspart.

Auf den Gruben von Mariémont in Belgien hat man eine selbstthätige horizontale Förderung durch den auf einer geneigten Ebene herabgehenden beladenen Wagen mittelst Kette ohne Ende bewirkt. Auf 1 Meter verticaler Höhe der geneigten Ebene kann eine Länge von 20,83 Meter horizontal gefördert werden, so dass eine 89 Meter vertical hohe geneigte Ebene eine horizontale Förderung von 1853 Meter Länge besorgen kann, wobei der horizontale Weg theils gerade, theils in Curven von 800 bis 1000 Meter Radius läuft[156]).

[156]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. I. S. 42.

d. Locomotiven.

Die Locomotive ist im Allgemeinen für die unterirdische Förderung bisher nicht anwendbar gehalten worden, weil sie sehr hohe Förderstrecken erfordert und zur Beseitigung des Wasserdampfes und Rauchs besondere Wettervorrichtungen nothwendig macht. Ein Versuch ist angestellt worden auf dem Burbachstolln der Grube von der Heydt bei Saarbrücken, welchem zum Zweck der Locomotivförderung entsprechend grosse Dimensionen gegeben sind; die Abhängigkeit vom Wetterzuge hat aber nicht zur Fortsetzung des Versuchs aufgemuntert, und man hat statt der Locomotivförderung schliesslich eine Seilförderung und später eine Kettenförderung in den Stolln gelegt.

Wirklich eingeführt ist trotzdem die Locomotivförderung auf der Grube Meinerzhagener Bleiberg bei Kommern in der Rheinprovinz und, wie es scheint, mit recht günstigem Erfolge[157]). Es sind zwei schmalspurige Locomotiven von nominell 20 Pferdekräften aus der Fabrik von Kraus & Comp. in München im Betriebe, von denen jede in 12stündiger Schicht die Leistung von 6 Pferden ersetzt. Die Förderlänge beträgt ca. 600 Meter, wovon der vierte Theil auf den Tagebau, der übrige Theil auf unterirdische Strecken fallen. In der Regel fördert eine Locomotive 10 bis 15 Transportwagen von je 1 Kubikmeter Rauminhalt. Die Geschwindigkeit erreicht kaum 2 Meter in der Sekunde. Die Spurweite beträgt 0,654 Meter; dabei haben die Locomotiven, welche auf 12 Atmosphären Ueberdruck concessionirt sind, eine Länge von 3,3 Meter, eine Breite von 1,36 Meter und eine Höhe von 2,04 Meter, die Triebräder haben 0,575 Meter Durchmesser. Die Heizung erfolgt durch Koks: die Belästigung durch Dampf und Verbrennungsprodukte ist bei der günstigen Wetterführung der Grube während der Fahrt fast gar nicht, beim Stillstande der Maschinen nur auf kurze Zeit sehr wenig zu bemerken. Die Resultate sind so günstig, dass der Locomotivbetrieb noch auf andere Theile der Grube ausgedehnt werden soll; allerdings sind die Verhältnisse bei bedeutenden Ortsdimensionen und starker Ventilation für diesen Betrieb ungemein günstig. — In Resicza in Ungarn hat man in dem 2070 Meter langen Franz-Josef-Stolln und auf der 700 Meter langen Tagebahn, also auf 2770 Meter Länge Locomotivförderung eingeführt. Die Spurweite beträgt 0,700 Meter, die Locomotive von 12 Pferdekräften durchläuft den Weg mit einer Geschwindigheit von 2,385 Meter in der Sekunde und zieht eine Bruttolast von 34176 Kilogramm. Der seitlich vom Stollnmundloch aufgestellte Guibal'sche Ventilator bewirkt einen derartigen Wetterzug, dass Rauch und Dampf vollständig abgeführt wird und die Fahrt ohne allen Anstand vor sich geht[158]).

---

[157]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 375; Bd. 23 B. S. 107. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 34.

[158]) Glückauf. Essen 1876. No. 1. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen.

Auch in Amerika auf den Gruben bei Pittsburg[159]) wird die Streckenförderung mit Locomotiven neuerdings besonders empfohlen, wo sich die Firma Porter, Bell & Comp. mit der Herstellung derselben beschäftigt. Ein vorzügliches Augenmerk wird hier auf lebhaften Wetterwechsel zur Abführung des Dampfes und der Brandgase gerichtet. Die von der genannten Firma gebaute Locomotive hat 6 gekuppelte Treibräder von 66,04 Centimeter Durchmesser; die grösste Höhe der Maschine beträgt 1,60 Meter, die grösste Breite 1,70 Meter, die Länge an der Basis 1,75 Meter, die Spurweite 91,44 Centimeter; die Cylinder haben 22,86 Centimeter Durchmesser und 35,56 Centimeter Hub. Die Maschine kann Curven von 9 bis 15 Meter Krümmungshalbmesser durchlaufen, zu deren besseren Passage die mittleren Treibräder ohne Spurkränze geblieben sind. Das Gewicht der Maschine beträgt 180 Centner, das der Schienen 8 bis $12^1/_2$ kg auf den laufenden Meter; der Wasserbehälter befindet sich auf dem Kessel und fasst 1,32 cbm. Zur Feuerung dient Anthracit. Die Höhe des Schornsteins richtet sich nach dem freien Raum der Strecke, der Schornstein ist verstellbar und kann seine Höhe den Verhältnissen angepasst werden. Die Zugkraft der Maschine beträgt einschliesslich des Wagengewichts auf horizontaler Bahn 9750 Centner, bei einem Ansteigen von 1 : 132 nur 3150 Centner, bei einem Ansteigen von 1 : 53 sogar nur 1422 Centner, doch ist es mit Rücksicht auf die mangelhafte Ausführung der Bahn zweckmässig nur $^2/_3$ der angegebenen Zugkraft in Rechnung zu stellen. Auch Locomotiven anderer Construction für grössere Spurweiten und bedeutendere Leistungen werden von der genannten Firma, so wie von den Baldwin Locomotive Works zu Philadelphia gebaut. Schon wenn die Locomotive die Leistung von nur 3 Maulthieren übernimmt, zeigt sich ein kleiner Gewinn, dient sie aber zum Ersatz von 30 Maulthieren, so beträgt der Gewinn im Jahre ca. 18585 Dollar. Ausserdem werden die Kosten für Unterhaltung des Tragewerks erspart, die für das Streckenschlämmen ermässigt, auch kann in Folge der schnelleren Fortschaffung der Wagen der Wagenpark vermindert werden. Auf der Grube Empire Shaft bei Wilnesbarre bewegt jede Locomotive, deren 4 im Betrieb sind, 20 Wagen von je $2^1/_2$ tons Kohleninhalt, wie sie oben S. 32 beschrieben sind, also zu gleicher Zeit 1000 Centner Kohlen, auf der Grube Summit Hill sogar 40 bis 50 Wagen von $1^1/_2$ tons Eigengewicht und 3 tons Kohleninhalt, also 2400 bis 3000 Centner Kohlen. Hieraus folgt, dass der Nutzen der Locomotiven an grosse

---

Wien 1876. S. 19. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1876. S. 136; Jhrg. 1877. S. 387. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1877. S. 237. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 25. p. 375. — The Engineering. Vol. 25. p. 507. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. 9. p. 139.

[159]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 353. — The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1226. — Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 17.

stabile Fördergefässe gebunden ist, da die kleinen in Deutschland gebräuchlichen Förderwagen zu lange Züge erheischen und zu leicht aus den Schienen gehen würden. Die Förderstrecken werden in der Regel nur mit einem Schienengeleise und einigen Wechseln zum Answeichen versehen. Die frischen Wetter werden entweder durch die im Betrieb befindlichen Baue geführt und durch die Locomotivförderstrecke abgeführt, oder sie werden am Beginn der letzteren eingeführt, ein kleiner Theil zur Ventilation der Strecke verwendet und ihr übriger Theil durch die betriebenen Baue geleitet; ein Guibal'scher Ventilator saugt die verbrauchten Wetter mit dem Rauch der Locomotive an.

Die Schwierigkeit bei Anwendung der Locomotive mit Dampfbetrieb in den Strecken bleibt immer die Belästigung durch Dampf und Verbrennungsprodukte, welche auch durch eine noch so lebhafte Ventilation nicht zu heben sein wird. Als ein Mittel, diese Schwierigkeiten zu beseitigen, möchte das Verfahren anzuführen sein, welches beim Locomotivbetrieb in New-Orleans angewendet wird. Man hat daselbst an den Stationen Kesselanlagen, in welchen Dampf von hoher Spannung bis 250 Pfd. erzeugt wird. Unter dem als Motor dienenden Wagen befindet sich ein eiserner Behälter, welcher auf jeder Station schnell mit überhitztem Wasser gefüllt wird; dieses Wasser entwickelt während der Bewegung des Wagens und des mit ihm gekuppelten Zuges die nöthige Menge Dampf, um der Maschine auf dem Wege die bewegende Kraft zu liefern. An der Endstation angekommen, wird der Behälter aus einer ähnlichen Kesselanlage von Neuem mit überhitztem Wasser gefüllt. Unterwegs nimmt der Dampfdruck ganz allmälig ab, so dass das System durchaus gefahrlos ist und durch die Abwesenheit von Feuer und Asche sehr wesentliche Vortheile verspricht[160]).

Diese Maschinen, nach dem System von S. Francq und L. Lamm erbaut, werden auch in Frankreich auf einer lebhaft befahrenen Strassenbahn benutzt, doch ist ihr Betrieb immerhin kostspielig[161]). Lentz, Director der Locomotivfabrik Hohenzollern in Düsseldorf, berichtet[161a]), dass diese Fabrik 20 derartige feuerlose Locomotiven für eine Trambahn in Batavia erbaut und spricht denselben eine grosse Zukunft zu. Die in Düsseldorf gebauten Locomotiven wiegen betriebsfähig 180 Centner, führen 2 cbm überhitztes Wasser mit sich, sind für 15 bis 16 Atmosphären Anfangsspannung construirt und ziehen auf horizontaler Bahn

---

[160]) Die allgemeine polyt. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1875. S. 220. — Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Berlin 1880. S. 195.

[161]) Helmholtz in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 255. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 399. — The Engineering. London. Vol. 28. p. 306. 367. 375.

[161a]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1883. S. 121. — Glaser Annalen. Bd. 12. S. 13. 162. — Glückauf. Essen 1883. No. 32. — Engineering. London. Vol. 34. p. 208.

einen Zug von 200 Centnern Gewicht 20 km weit; das Füllen erfolgt aus feststehenden Kesseln mit 17 Atmosphären Arbeitsdruck, von denen jeder in der Stunde 5 Füllungen abgiebt. Ihre Anwendung beim unterirdischen Grubenbetrieb ist bisher nicht bekannt geworden.

Zur Vermeidung aller Hindernisse der mit Dampf betriebenen Locomotiven hat die Actiengesellschaft Humboldt (Sievers & Comp.) zu Kalk bei Deutz Locomotiven mittelst Betrieb durch comprimirte Luft projectirt und für den Aachen-Hönger-Bergwerksverein bereits praktisch ausgeführt; auch im St. Gotthard-Tunnel wendete man Luftlocomotiven zur Fortführung der losgesprengten Gesteinsmassen an[162]). Die comprimirte Luft wird aus dem Luftregulator der Compressionsmaschine in den auf einem Wagen ruhenden Luftvorrathskessel geführt, welcher zugleich die zur Bewegung dienende und durch die Luft zu betreibende Maschine trägt. Die Schwierigkeit liegt darin, ein solches Quantum comprimirter Luft einzuführen, welches hinreicht, den ganzen vorgeschriebenen Weg zurückzulegen, wobei zu berücksichtigen bleibt, dass der Luftdruck während des Laufes der Maschine allmälig abnimmt und schliesslich zu wirken aufhört, dass andrerseits abgesehen von der Explosionsgefahr bei einer zu starken Spannung der Luft die Luft beim Comprimiren eine zu grosse Erhitzung erleiden und beim Ausströmen durch die Expansion zur Eisbildnng geneigt sein würde. Man muss deshalb bei einer Spannung der comprimirten Luft von 4 bis 5 Atmosphären Ueberdruck stehen bleiben und für den Fall, dass ein Vorrathskessel für den Hin- und Rückweg nicht ausreicht, deren zwei oder mehre auf den Wagen bringen und miteinander durch Hähne in Verbindung setzen, oder man muss von der Compressionsmaschine aus eine Rohrleitung durch die ganze Strecke führen, um an beliebigen Punkten den Luftvorrathskessel von Neuem mit comprimirter Luft füllen zu können. Die speciell für den Aachen-Hönger-Bergwerksverein gebaute Luftlocomotive[163]) soll in 10 stündiger Arbeitsschicht 2000 Ctr. Kohlen auf einer 950 Meter langen Strecke fördern. Die Spurweite ist 0,520 Meter, die Strecke 2,3 Meter hoch und 2,5 Meter breit, so dass 2 Locomotiven nebeneinander laufen können; die Maschinen sind 4 Meter lang, 2 Meter hoch, 1,104 Meter breit, sie haben zwei Cylinder von 0,160 Meter Durchmesser und 0,320 Meter Hub und sind mit Umsteuerung, Bremse und mit von Hand verstellbarer Expansion versehen. Die letztere kann auch durch die Maschine selbst bewirkt werden, so dass bei abnehmendem Druck im Windreservoir der Füllungsgrad im Cylinder in demselben Maasse zunimmt. Das Luftreservoir fasst $2^1/_2$ Kubikmeter und kann bei zweckmässiger Ein-

---

[162]) Berggeist. Köln 1875. S. 37. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 107.

[163]) Glückauf. Essen 1875. No. 24. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 415. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 287. — Dingler polyt. Journ. Bd. 218. S. 525.

richtung der Verbindungsschläuche und der Füllungshähne binnen 1 Minute gefüllt werden. In der Strecke, in welcher Steigungen von 1 : 300 und Curven von 8 Meter Radius vorkommen, zog die Maschine bei den angestellten Versuchen bei 5 Atmosphären Anfangsspannung 200 Centner Bruttolast auf 240 Meter Entfernung in $2^1/_2$ Minuten, die Endspannung betrug 1 Atmosphäre Ueberdruck; bei einem anderen Versuche betrug die Anfangsspannung 6 Atmosphären und zog die Maschine 200 Centner Bruttolast auf 500 Meter Entfernung mit einer Geschwindigkeit von 2 Meter in der Sekunde. Mêkarski hat der Locomotive mit comprimirter Luft die anhaftenden Unzuträglichkeiten, welche namentlich in der Eisbildung liegen, dadurch nehmen wollen, dass er die comprimirte Luft mit Dampf von hoher Temperatur mischt, etwa $^1/_6$ bis $^1/_5$ ihres Volumens. Derartige Maschinen sind für Strassenbahnen sowohl, wie für Gruben construirt und waren auf der Ausstellung zu Paris im Jahre 1878 zu sehen. Ihr Betrieb ist jedenfalls kostspielig[164]).

In England hat Scot-Moncrieff sich eine Luftlocomotive patentiren und in der Fabrik von James Howden und Comp. zu Glasgow erbauen lassen, mit welcher befriedigende Versuche auf der Clyde-Eisenbahn angestellt worden sind[165]).

Ueber Tage wird auch auf den Gruben die Locomotivförderung nicht selten benutzt, in grossem Massstabe auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken, wo schmalspurige Locomotiven mit 73 Centimeter Spur Züge von 44 Grubenwagen vom Schachte in einem Gefälle von $^1/_{70}$ zur Verladung auf der grossen Eisenbahn, sowie zur Saar und zum Kanal 3766 Meter und in neuerer Zeit noch auf grössere Entfernungen weit ziehen[166]). — Auf der Grube Wilhelm Adolf zu Lebendorf ist diese Fördermethode in grösserer Ausdehnung in Anwendung gesetzt[167]).

Das Problem, eine feuer- und dampflose Locomotive auch für den unterirdischen Bergwerksbetrieb herzustellen, scheint von Moritz Honigmann zu Aachen gelöst zu sein. Wüllner, Professor an der technischen Hochschule zu Aachen, berichtet bei Uebernahme des Rectorats in seiner Einleitungsrede Folgendes[167a]). Der Dampfkessel besteht aus 2 Theilen, einem

---

[164]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 9. p. 129. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 26. p. 168. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 255.

[165]) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 372.

[166]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10A. S. 210. — Schoenemann Ergebnisse des Betriebes mit kleinen Locomotiven in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 12. S. 639.

[167]) Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 19. S. 52.

[167a]) Zeitschr. des elektrotechn. Vereins. Berlin 1883. S. 304. 307. — Zeitschrift des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Kattowitz 1883. S. 210. — Glückauf. Essen 1883. No. 69. — Engineering. London. Vol. 36. p. 177. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 469

eisernen inneren Cylinder und einem denselben ringförmig umgebenden Mantel. Der innere Raum wird mit einer gewissen Quantität Aetznatronlauge gefüllt, welche bei etwa 190 Grad siedet. Der äussere ringförmige Raum dient zur Aufnahme des Wassers, dessen Dampf die Maschine treiben soll; wenn die Maschine in Bewegung gesetzt werden soll, so wird zunächst durch Einleiten von gespanntem Dampf in das Wasser der ganze Kessel auf die Temperatur gebracht, welche der für die Maschine bestimmten Dampfspannung entspricht, also beispielsweise für einen Ueberdruck von 3 Atmosphären auf etwa 146 Grad. Während bei andern Dampfmaschinen der Dampf nach der Wirkung auf den Kolben ins Freie entweicht, wird er hier durch eine Röhrenleitung in die Natronlösung geführt und in dieser condensirt. Die Lösung wird hierdurch über die Temperatur des Wassers erhitzt; es genügt aber eine nur wenige Grade höhere Temperatur der Natronlauge, um an das Wasser die nöthige Wärme abzugeben, welche zur Bildung des für die weiter zu leistende Arbeit erforderlichen Dampfes und zum Constanthalten der Temperatur des Kessels nothwendig ist. Je mehr Dampf die Maschine verbraucht, um so mehr wird auch der Natronlösung zugeführt, um so mehr Wärme in derselben zur Verfügung gestellt: die Heizung der Maschine regulirt sich also selbst. Die Natronlösung verdünnt sich durch Aufnahme des Dampfes allmälig, womit ihr Siedepunkt herabsinkt; ist dies so weit geschehen, dass die Differenz der Temperaturen in der Lösung und im Wasser nicht mehr gross genug ist, um die zur Dampfbildung nöthige Wärme dem Wasser zuzuführen, so hört die Maschine auf, zu arbeiten. Um 5 Stunden lang 5 Pferdekräfte zur Verfügung zu haben, muss der innere Cylinder mit 500 Kilogramm concentrirter Natronlauge beschickt sein. Nach dieser Zeit muss die Lauge zur Eindampfung beseitigt und der Kessel mit neuer Lauge gefüllt werden.

e. Electrische Eisenbahn.[167b])

Die Erfolge, welche Werner Siemens durch Anwendung seiner dynamo-electrischen Maschine bei der Fortbewegung von Lasten auf Schienenwegen erzielt hat, haben dahin geführt, dass auch unterirdisch der Versuch mit electrischen Eisenbahnen gemacht worden ist. Das Verdienst, dies zuerst gethan zu haben, gehört der intelligenten Betriebsleitung des königlich Sächischen Steinkohlenbergwerks Zaukeroda, wo selbst in

---

[167b]) Oberbergrath Foerster in Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenwesen. Freiberg 1883. S. 39. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Kattowitz 1882. S. 236; 1883. S. 221. — Glaser Annalen. Bd. 12. S. 133. — Glückauf. Essen 1882. No. 104. — Mittheilungen aus der Literatur des Eisenbahnwesens. Berlin 1883. S. 33. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 36. p. 14.

einer Tiefe von 270 Meter in einer Strecke von 720 Meter Länge eine electrische Locomotive die Förderung besorgt[167a]). Der Querschlag ist doppeltgeleisig, die Spurweite der Geleise beträgt 0,566 Meter, die Locomotive hat 10 mit je 5 Hectoliter Kohlen beladene Grubenwagen zu ziehen mit einer Geschwindigkeit von 2 Meter in der Sekunde. Die Kraftmaschine ist eine dynamo-electrische nach Siemenscher Construction; sie befindet sich an der Hängebank des Schachtes und wird von einer Dampfmaschine durch Riemenübertragung derart bewegt, dass sie $3\frac{1}{3}$mal so viel Umdrehungen, als die Dampfmaschine, macht. Die Stromleitung, sowohl die Zu- wie die Rückleitung, erfolgt im Schachte durch Kupferdrähte, welche durch Gummi isolirt sind und durch Blei- und Eisendrahtumhüllung gegen Beschädigungen geschützt werden. Am Füllort des Schachtes sind die Leitungskabel an zwei Leitungsschienen angeschlossen, welche in der Firste der Strecke befestigt sind und von denen die eine den Strom zur Locomotive hin-, die andere von ihr zurückleitet. Die Verbindung der Leitungsschienen mit der Locomotive erfolgt mittelst Contactschlitten, welche an die Schienen festgeklemmt sind und an denselben hin- und hergleiten; von jedem der beiden Contactschlitten führt ein isolirtes kupfernes Stromleitungsseil zur Locomotive, welche durch den Schluss dieser beiden Leitungsseile in Bewegung gesetzt wird. Die Locomotive selbst ist symmetrisch gebaut und trägt eine der über Tage gleiche dynamo-electrische Maschine, auf welche der Strom übertragen, und so die Bewegung erzeugt wird. Auf jedem Ende der Locomotive befindet sich ein Sitz für den Führer, so dass derselbe je nach Fahrrichtung am hinteren Ende sitzend die vorliegende Bahnstrecke übersehen kann; vor ihm hängt die Allarmglocke und die Signallaterne. Vor jedem Führer befinden sich 2 Kurbeln, von denen die eine zur Bewegung der Bremse, die andere zur Ein- und Ausschaltung des electrischen Stroms dient. Die letztere bewirkt zu gleicher Zeit die Stromumschaltung, um die Vor- und Rückwärtsbewegung der Locomotive zu ermöglichen. Die Locomotive ist 2,43 Meter lang, 0,80 Meter breit, 1,5 Meter hoch und wiegt 1600 Kilogramm. Die Wagen haben eine Länge von 1,50 Meter, eine Breite von 0,65 Meter, eine Höhe von 1 Meter, sie wiegen leer 250 Kilogramm und mit je 5 Hectoliter Kohlenladung 725 Kilogramm, so dass die Locomotive eine Bruttolast von 7250 Kilogramm bewegt. Die Locomotive wird jedes Mal hinter den Zug gestellt, so dass sie sowohl den vollen, wie den leeren Zug vorwärts schiebt, wodurch das Kuppeln der Locomotive an den Wagenzug erspart wird und der Locomotivführer in den Stand gesetzt ist, den Zug vor sich zu übersehen. Zur Signalgebung an den Maschinenwärter sind von der bei demselben befindlichen Glocke 2 isolirte Signaldrähte durch den Schacht und die Strecke geführt, welche der Locomotivführer jeder Zeit ergreifen kann, und durch deren gegenseitige Berührung die Signale an der Glocke hervorgerufen werden, so dass der Führer dem Maschinenwärter zu jeder Zeit, auch während der Bewegung des Zuges, die erforderlichen Signale ertheilen

kann. Die Leistung der Eisenbahn beträgt 330 Wagen in der 8stündigen Schicht, kann aber auf 400 Wagen gesteigert werden.

f. Navigationsförderung.

Die Förderung zu Wasser ist ausserordentlich zurückgetreten, seit insbesondere auf den Steinkohlengruben das Bedürfniss grosser Massenförderungen auftrat, und seit die Gruben- und Tageseisenbahnen vervollkommnet sind. Ausserordentlich grossartig waren die im Jahre 1766 zuerst begonnenen derartigen Anlagen bei den Worsley-Gruben in der Nähe von Manchester, unmittelbar anschliessend an den nach der Stadt führenden Kanal[168]). Ferner fand früher Schifffahrt statt im Stolln der Fuchsgrube bei Waldenburg, im Hauptschlüsselerbstolln bei Zabrze[169]) in unmittelbarem Anschluss an den Klodnitzkanal; jetzt findet sie sich noch auf der tiefen Wasserstrecke am Oberharze zum Transportiren der Erze.

Diese Fördermethode erfordert tiefe Wasserseigen oder die Möglichkeit, durch Schützen, Schleusen, Dämme die Wasser aufspannen zu können; am besten eignen sich daher Stolln, doch ist die Anlage am Oberharze im Tiefbau hergestellt. Jedenfalls sind grosse Dimensionen nothwendig, z. B. bei Zabrze hat man 3,139 Meter Höhe, 1,726 Meter Weite im Stolln.

Die Kähne müssen viel fassen können, ohne tief einzusinken, sie erhalten daher flachen Boden, womit freilich eine grosse Geschwindigkeit nicht zu erreichen ist. Vorn und hinten sind sie zugespitzt entweder, wie am Harz, mit senkrechter Kante, oder wie früher in Schlesien, mit leicht geneigter Kante. Die Kähne sind entweder aus Holz oder, wie in England, aus Eisenblech gefertigt, erhalten dann aber an den Aussenflächen einen Belag von Holzschienen, weil sich durch das Anstreifen an die Streckenstösse das Eisen leicht abnutzen würde. Der Fassungsraum wird durch grosse Länge bei mässiger Breite von 0,942 bis 1,412 Meter erzeugt, wobei man die Schiffsbreite zu der des Wasserspiegels im Verhältniss von 2 : 3, besser von 1 : 2 nimmt; die Einsenkungstiefe beträgt 0,549 bis 0,628 Meter bei 1,046 bis 1,569 Meter Wasserseige, wovon man die untern 0,262 Meter als verschlämmt rechnet. Die Harzer Boote sind 8,317 Meter lang, vorn und hinten mit 1,177 Meter langen Zuschärfungen, also überhaupt 10,671 Meter lang, dabei 1,491 Meter breit, 0,889 Meter tief; sie laden etwa 20 Tonnen oder 100 Centner Erz, oft noch mehr bis 150 Centner, wobei 0,262 bis 0,314 Meter Bord verbleibt.

Die früheren oberschlesischen Boote wurden immer zu zwei an einander gehängt, von denen jedes 21 Kasten zu 5 Scheffel Kohlen aufnahm, so dass jedes Mal 210 Scheffel befördert wurden.

---

[168]) Ponson t. III. p. 89.

[169]) Heinzmannn: Vergleichung der Navigationsförderung mit Pferdeförderung in Dr. Karsten Archiv. 1821. Bd. 4. S. 149.

Der Wasserweg muss gerade und hinreichend breit, auch mit Ausweichungen versehen sein, deren man im Hauptschlüsselerbstolln auf 1880 Meter Länge 5, jede von 3 Bootlängen hatte. Die Wasserstrecke muss in festem Gestein stehen oder ausgemauert sein. Geringe Höhe der Strecke schadet zwar, lässt sich aber passiren, wenn der Bootführer sich niederlegt und mit den Füssen gegen die Firste stemmt; gewöhnlich stemmt er sich mit der Ruderstange gegen die Stösse oder die Firste, oder zieht sich an Pflöcken, welche, wie in Oberschlesien, in die Stösse eingedübbelt sind, vorwärts; am Oberharze ist zu diesem Zweck an der Firste entlang ein Seil gespannt, an welchem sich der Bootführer fortzieht.

Effect. In Oberschlesien förderte früher 1 Mann in der 12stündigen Arbeitsschicht auf 1880 Meter Länge zweimal 2 Boote voll und leer zurück, bei einer Geschwindigkeit von 18,831 Meter in der Minute mit den leeren und von 9,415 Meter mit den vollen Booten, der Aufenthalt in den Ausweichungen betrug jedes Mal 20 Minuten, beim Ein- und Ausladen 10 Minuten. — Am Harz bringt auf 4050 Meter Länge 1 Mann 1 Boot gefüllt her und leer zurück in $8^1/_2$ Stunden bei 11,508 Meter Geschwindigkeit in der Minute mit dem vollen Boot und 23,016 Meter mit dem leeren.

Diese Fördermethode ist nur sehr ausnahmsweise anwendbar, jedenfalls nur bei nicht zu geringen Längen, bei zwar reichlichen, aber nicht zu grossen Fördermassen, da sich die Geschwindigkeit nicht steigern lässt, also nur durch die gleichzeitige Beförderung von mehr Booten geholfen werden könnte. Für unterhalb der Wasserstrecke gelegene Baue ist das Anspannen der Wasser nicht gut, weil die Gefahr des Ersaufens hervorgerufen wird; ausserdem werden die Wetter durch das Stagniren der Wasser leicht verdorben.

In den Kalksteinbrüchen bei Rüdersdorf führen die Kanäle unmittelbar bis zu den Gewinnungspunkten, so dass der gebrochene Kalkstein direct in die Kähne verladen werden kann; aber auch hier ist eine Verbindung mit der Eisenbahn hergestellt, so dass ein namhafter Theil der gewonnenen Producte der Kanalverfrachtung entzogen wird.

B. Förderung abwärts unter Einwirkung der Schwere.

I. Rolllochförderung.

Die Förderung durch Rolllöcher ist die einfachste Gestalt dieser Förderungsart und kommt vor in Verbindung mit der früher Bd. I. S. 540 besprochenen Abbaumethode. Sie besteht darin, dass die gewonnenen Massen auf einer höheren Sohle in eine nach dem Fallen der Lagerstätte in dieser aufgefahrenen Strecke abgestürzt werden und durch ihr eigenes Gewicht zu einer tieferen Sohle hinunter rollen, wo sie besonders verladen und weiter befördert werden. Man hat offene Rollen, so dass die Massen unten entweder in ein untergestelltes Fördergefäss oder unmittelbar in die

untere Strecke rollen, wo sie dann erst in die Fördergefässe eingeladen werden müssen; oder die Rollen sind geschlossen, wie dies Bd. I. S. 540 bereits näher erörtert ist, und werden nur geöffnet, wenn ein untergefahrenes Fördergefäss gefüllt werden soll. Die geschlossenen Rollen sind daher zum Füllen bequemer und haben ausserdem den Vorzug, dass, da die Massen nicht plötzlich durch die ganze Rolle stürzen, die Stücke nicht zu sehr zerkleinert werden. Durch diese Zerkleinerung, die auch in gewissem Maasse bei geschlossenen Rollen immerhin eintritt, ist die Anwendung dieser Methode für Fossilien, deren Stücke grossen Werth haben, unwirthschaftlich, so dass sie beim Steinkohlenbergbau immer mehr verschwindet. In Lagerstätten, welche unter 30 Grad fallen, wendet man die Rollen überhaupt nicht an, weil die Massen dann nicht mehr selbstthätig rutschen.

Für den Erzbergbau wird vorgeschlagen, derartige Rollen aus eisernen Röhren innerhalb des Bergeversatzes, beispielsweise beim Firstenbau, aufzubauen; allerdings würde dadurch die Fördermasse reiner erhalten werden, auch würde man den Einsturz der Rollen, welche bei solchem Bau meistentheils im Bergeversatz nur ausgespart werden, vermeiden[170]. Auf dem Bleierzbergwerk Mercur bei Ems wendet man alte Siederöhren von 1 Meter Durchmesser an, welche in Stücken von 1,5 Meter Höhe aufeinandergenietet werden; von aussen werden sie mit einer mit zerkleinten Bergen versetzten Lehmschicht umstampft, welche mit stärkeren Steinen mauerförmig umgeben ist[171].

In den mächtigen Eisensteinlagerstätten an der Sieg werden die Rolllöcher mit Holz bekleidet. Dieselben haben 600 Millimeter lichte Weite und 300 Millimeter Wandstärke. Die Wandung besteht aus Holzsegmenten, welche aus Abfällen so geschnitten werden, dass die Fasern radial zu liegen kommen und die abgestürzten Massen gegen Hirnholz stossen, so dass die Abnutzung des Holzes nicht stark ist[172].

Beim Abbau schwacher Flötze mit schlechtem Nebengestein, in welchem die Anlage von Bremsbergen zu kostspielig ist, hat man in Westfalen auf einigen Gruben mobile Rollkasten von 4,4 Hectoliter Inhalt eingeführt. In den Abbaustrecken gehen Förderwagen von 2,2 Hectoliter Inhalt, welche in die von Strecke zu Strecke laufenden Rollkasten entleert werden, während der Inhalt der Rollkasten in der Grundstrecke in einen untergeschobenen grösseren Förderwagen gelangt. Der Rollkasten ist oben offen und unten durch eine in Angeln gehende Klappe verschlossen, welche durch ein Gegengewicht geschlossen gehalten und durch Hebung desselben gelüftet wird[173].

---

[170]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 329.

[171]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 160.

[172]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 42. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 96.

[173]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 376.

II. Bremsbergförderung.

Unter Tage finden sich die Bremsberge hauptsächlich auf Steinkohlengruben, jedoch auch auf Braunkohlengruben z. B. bei Leoben, auf den mansfeldischen Kupferschiefergruben u. a. m.; über Tage findet man sie sehr häufig und oft auf grosse Längen, wie auf der Spatheisensteingrube am Erzberge bei Eisenerz, auf Bleierz- und Blendegruben bei Ramsbeck, auf der Braunkohlengrube am Meissner.

Unter Tage sind sie ausschliesslich in plattenförmigen Lagerstätten angewendet und finden ihre Stelle in der Lagerstätte selbst; ausserdem kommen aber auch Bremsschächte im Gestein vor, welche zum Zwecke der Ausrichtung, geneigt oder seiger, getrieben sind oder eine Abkürzung der Förderwege bezwecken können.

Ein Maximum der Neigung für die Bremsberge ist nicht vorhanden, das Minimum ist abhängig von der Höhe, von der Reibung der Bremsmaschine, von der Grösse der Last, von der Beschaffenheit der Förderbahn. Wo aus Veranlassung der Abbauverhältnisse nur ein Wagen abwärts geht, erscheint für Schienenleitung 8 bis 10 Grad, für Holzleitung 15 bis 16 Grad als die geringste zulässige Neigung; wo indess ganze Wagenzüge niedergehen, liegt die Minimalgränze tiefer; so nimmt man in England, wo 24 bis 26 Wagen mit 175 Centner Ladung und 325 Centner Gesammtgewicht abgebremst werden, als unterste Gränze der Neigung $^1/_{30}$ d. h. 1 Grad 50 Minuten an[174]). Auf der Steinkohlenzeche ver. Hamburg in Westfalen hat man die Vorrichtung durch Bremsschächte bei einer flachen Lagerung bis zu 5 Grad herab ausgeführt. Zu diesem Zweck sind an den Fördergestellen Achsen und Räder beweglich hergestellt und ist das Seilübergewicht durch sorgfältigste Ausgleichung vermittelst konischer Spiralen auf ein Minimum reducirt[175]).

Die Vorrichtungen zum Mässigen der Bewegung sind Bremsen oder Flügelregulatoren.

a. Die Bremsen wirken gewöhnlich an besonderen Bremsscheiben aus Holz, auch aus Gusseisen, selten direct am Umfang der Bremsmaschine. In Anwendung stehen Bremsen verschiedener Construction.

1. Die Backenbremse besteht aus Holz, indem ausgekehlte Hölzer gegen die Scheibe gedrückt werden. Die einfachste Gestalt ist einseitig, Fig. 482, Fig. 483 und 484, bei welcher also nur ein Holz sich an die Scheibe andrückt, hierdurch wird aber der Druck unvortheilhaft auf den Zapfen übertragen, weshalb man besser zweiseitige Backenbremsen anwendet, Fig. 485 und 486, welche die Bremsscheibe wie in einer Zange fassen. Beide Bremsbacken werden zugleich durch ein Hebelwerk gestellt.

---

174) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 60.

175) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 375.

2. Die **Bandbremse** ist gewissermassen eine Gliederbremse mit unendlich vielen Gliedern, sie wird entweder als um die Peripherie der Scheibe gelegtes Band, oder, weil dieses bei grösserem Durchmesser leicht gleitet, ehe es bremst, auch zweitheilig gebraucht. Der Querschnitt des

Fig. 482.

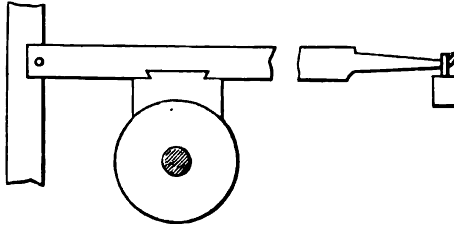


Fig. 483.

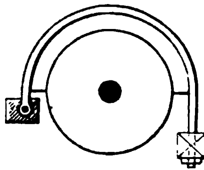


Fig. 484.

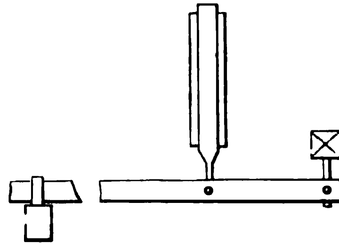


Fig. 485.

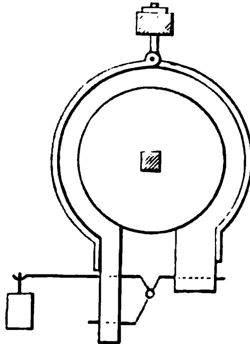
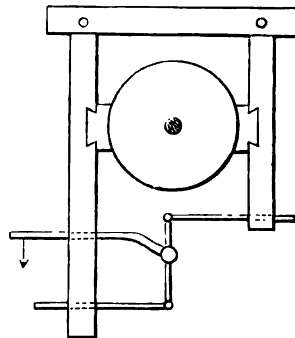


Fig. 486.



Bandes muss im Verhältniss zu der bremsenden Kraft stehen, man macht aber die Dicke nicht grösser, als 7 bis höchstens 13 Millimeter und vermehrt lieber die Breite. Fig. 487, 488, 489 einseitige, Fig. 490, 491 zweiseitige Bänder.

Fig. 492 zeigt eine eiserne Bandbremse für eine gusseiserne Bremsscheibe, wie sie auf der Steinkohlengrube Pluto in Westfalen an Stelle der früheren grossen hölzernen Bremstrommeln eingeführt ist; das Bremsseil

läuft seitlich in einer Nute der Scheibe, während die Bandbremse um den Kranz der Scheibe gelegt ist[176]).

3. Etwas der vorigen Analoges ist die Drahtbremse, welche man bei kleinen Bremsvorrichtungen in schwebenden Abbaustrecken findėt, wo

Fig. 487.

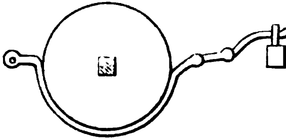


Fig. 488.

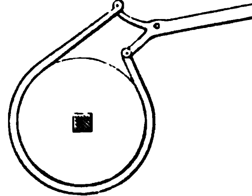


Fig. 489.

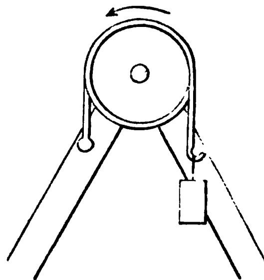


Fig. 490.

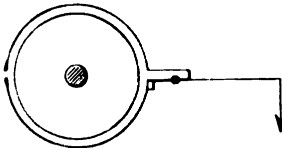
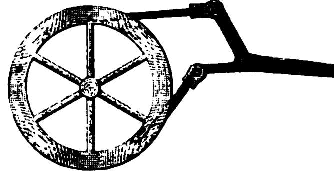


Fig. 491.



sie schnell versetzt und deshalb einfach sein müssen. Die eigentliche Bremse besteht aus Hanfseil oder aus mehren Ringen Drahtseil mit angehängtem Gewicht.

Als Grundsatz gilt bei allen diesen Bremsen, dass sie durch ein angehängtes Gewicht geschlossen gehalten werden und nur durch den Fördermann nach Bedürfniss gelüftet werden, ganz verwerflich ist es, diesem das Andrücken, also den Schluss der Bremse, zu überlassen.

Auf den Gruben in Westfalen wendet man bei einer 9 bis 12 Grad betragenden Flötzneigung die früher schon auf den Saarbrücker Gruben gebräuchlichen liegenden Bremsscheiben an[177]). Es sind dies 16 Centi-

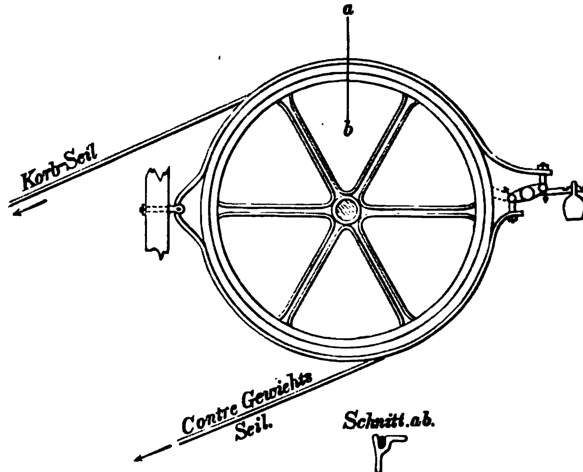
---

[176]) Ebenda. S. 376.

[177]) Hauchecorne a. a. O. S. 76.

meter starke, runde Holzscheiben, welche an der Peripherie zur Aufnahme des Seils ausgekehlt sind und in der Ebene des Flötzes liegen; ihr Durchmesser ist gleich der Entfernung der beiden Wagengeleise von Mitte zu Mitte. Die verticalen Achsenzapfen der Scheibe spielen in zwei starken horizontalen Hölzern, welche an ihren Enden in zwei gegen das Flötzfallen

Fig. 492.



rechtwinkelig ins Hangende und Liegende eingebühnte Stempel eingezapft sind. Diese Bremsscheiben sind billig und empfehlen sich durch ihre leichte Aufstellbarkeit. Derartige Bremsscheiben stehen auch auf den Gruben im Wurmrevier in Benutzung[178]).

Um die Bremsmaschine leicht versetzen zu können, hat man auf der Steinkohlengrube ver. Henriette bei Dortmund folgende Einrichtung getroffen[179]). Die Achse besteht aus zwei 1,569 Meter langen quadratischen, 52 Millimeter starken Eisenstangen, deren jede eine den beiden Förderabtheilungen des 3,138 Meter breiten Bremsschachtes entsprechend lange Seiltrommel von 26 Centimeter Durchmesser trägt. An den oberen Stempeln der 4 Stempelreihen, von denen je zwei den Abschluss der beiden Fördertrümer bilden, sind schmiedeeiserne Halblager zur Einlegung der Achse befestigt, welche an den Stellen, wo sie in die Lager zu liegen kommt, auf 78 Millimeter Länge abgedreht ist. Die Verbindung der beiden Eisenstangen zu einer Achse erfolgt durch eine 31 Centimeter lange, cylinderische Muffe von 31 Centimeter Durchmesser, welche eine den quadratischen Achsen entsprechende gusseiserne Büchse enthält und in der

---

178) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 160.
179) Hauchecorne a. a. O. S. 76.

Mitte zwischen den beiden Bremsschachttrümern liegt. Dieselbe dient zugleich als Bremsscheibe; das Bremsband greift gabelförmig über diese Bremsscheibe und fasst etwa 2 Meter unterhalb derselben den einarmigen, $2^1/_2$ Meter langen Bremshebel vermittelst eines Bolzens zwischen sich. Der Hebel wird mit einem Ende an einen Stempel befestigt und ragt mit dem andern in das Anschlagsort hinein. Will man die Bremse versetzen, so löst man das Bremsband vom Hebel, schiebt den Kuppelungscylinder bei Seite, hebt jedes Achsenstück für sich mit der Seiltrommel aus dem Lager und bringt sie an die neue Gebrauchsstelle, wo die Lager bereits vorhanden sind, wickelt die Seile ab, beziehungsweise auf, kuppelt die beiden Achsentheile wieder, legt das Bremsband und den Bremshebel an und hat die Einrichtung von Neuem fertig gestellt, was, da kein Theil das Gewicht von 50 Kilogramm übersteigt, durch zwei Arbeiter leicht und schnell zu bewirken ist.

Auf den Gruben bei Mährisch-Ostrau hat man für flach bis zu 30 Grad fallende Bremsberge eine sehr einfache Vorrichtung[180]. Dieselbe

Fig. 493.



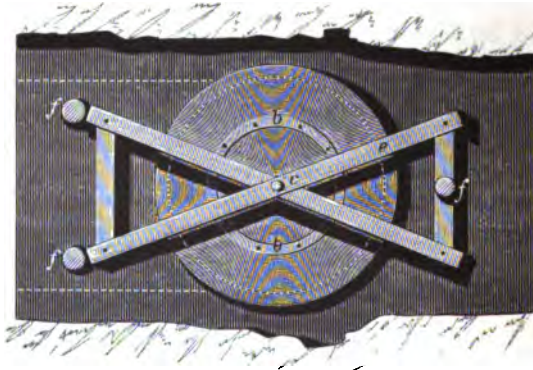
besteht aus einer Scheibe a aus hartem Holz, Fig. 493, 494, welche aus 3 Theilen zusammengesetzt ist; der innere Theil hat einen Durchmesser von 0,811 Meter und eine Stärke von 78 Millimeter, die beiden äussern haben einen Durchmesser von 0,942 Meter und eine Stärke von 26, beziehungsweise 52 Millimeter, so dass eine 78 Millimeter tiefe Nut zur Aufnahme der Bremskette gebildet ist; sie sind mit hölzernen Nägeln zusammengefügt und beiderseits mittelst des eisernen Ringes b gebunden. Der 52 Millimeter starke eiserne Zapfen c geht durch die Scheibe hin-

---

[180]) Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien zu Przibram und Leoben und der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Jahr 1869/70. Prag 1872. S. 182. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872.

durch und ist in derselben verkeilt. Die so armirte Scheibe ruht in einem Kreuze e aus weichem Holze und ist in derselben drehbar. Damit die Drehung erleichtert werde, wird zwischen den Blechbeschlägen an Scheibe und Kreuz d und d' ein 26 Millimeter hoher und 78 Millimeter im Durchmesser haltender Eisenring g eingesetzt, auf dem die ganze Scheibe ruht und sich dreht. Die Bremsscheibe wird parallel dem Fallen des Bremsberges gelegt, jedoch so hoch über der Sohle, dass die an der Scheibe herabhängende Kette gerade den Ring des abzubremsenden Wagens trifft. Hat die Scheibe ihre richtige Lage erhalten, so erfolgt deren Abspreizung mittelst der drei Stempel f. Die Bremskette wird nur einmal umgelegt,

Fig. 494.



weil die Reibung derselben auf der Nut der Scheibe hinreichend gross genug ist, um ein Abgleiten zu vermeiden; die Kette ist aus 9 Millimeter starkem Rundeisen gefertigt. Die Höhe des Bremsberges darf nicht grösser als 120 Meter sein, weil alsdann die auf der Sohle herabhängende Kette — (was durch Rollen zu vermeiden wäre!) — so viel Reibung verursacht, dass der Wagen sich nicht mehr bewegt. Das Bremsen erfolgt durch ein 1 bis 1,25 Meter langes, einfaches Holzstück, welches zwischen Scheibe und Kreuz eingesetzt und mehr oder weniger angezogen wird. Diese sehr einfache, aber wenig sichere Vorrichtung wird beim Aufrücken des Bremsberges, sobald er eine Schienenlänge erlängt ist, ohne Weiteres und mit Leichtigkeit mit hinaufgenommen, da die Arbeit zur Wegnahme und Wiederaufstellung kaum eine halbe Schicht Zeit erfordert.

b. Regulatoren haben eine Flügelwelle, welche sich bei Bewegung der Maschine in einem Behälter mit Wasser oder Luft dreht und durch den dort findenden Widerstand das Bremsen bewirkt.

1. Als Wasserrad findet sich die Einrichtung über Tage am Erzberg bei Eisenerz[181]), wo die Welle senkrecht steht und 4 Flügel trägt,

[181]) Tunner: der steiermärkische Erzberg in dessen berg- u. hüttenm. Jahrb. Bd. 1. S. 110.

welche 39 Centimeter hoch, 55 Centimeter lang sind und 63 Centimeter von der Achse entfernt angebracht werden. Die Last beträgt 16 Centner, wobei in der Sekunde das Bremswerk 0,7 Umdrehungen macht.

2. Als Windrad ist die Vorrichtung von Baumgartel bei der Erzförderung im Lölling angewendet, wo der Bremsberg 265 Meter lang ist, $21^3/_4$ Grad Neigung hat und 33 Centner Ladung transportirt werden. Zwei Flügel von 1,517 Meter Länge, 0,994 Meter Breite werden von der Bremswelle aus durch Zahnradvorgelege bewegt und machen im Sommer 100, im Winter einige 80 Umdrehungen in der Minute[182]).

Bei Bremsbergförderung wird man stets Wagen benutzen, was aber ohne Gestell nur bei Neigungen nicht über 15 bis 20 Grad möglich ist, wo auch die Gränze für das Abbremsen ganzer Züge liegt. Bei grösserer Neigung muss man die Wagen auf ein Gestell bringen, welches möglichst einfach zu halten ist, am besten nimmt man ein Gerippe aus Eisenstangen oder macht auch die Gestellbäume aus Holz, Fig. 495 und 496; zuweilen

Fig. 495.

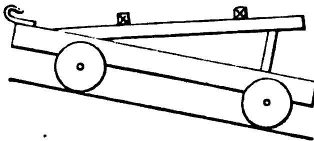
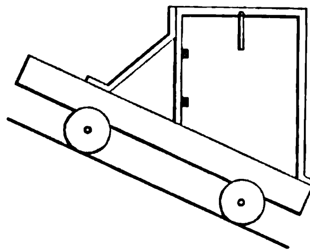


Fig. 496.



giebt man, wie in Saarbrücken, dem Gestell verschieden hohe Räder, Fig. 497. Nur bei geringen Neigungen wird es möglich, etwa zwei Wagen auf dasselbe Gestell zu setzen. Gestelle ohne Räder kommen bei sehr starken Neigungen vor, sind aber nicht nöthig, wenn die Bremse kräftig genug ist. In seigeren Bremsschächten sind die Gestelle ähnlich wie in gewöhnlichen Förderschächten zu construiren.

Um die Construction der Gestelle von der Neigung der Bremsberge unabhängig und für die verschieden geneigten Bremsberge ein und derselben Grube brauchbar zu machen, hat Neuerburg ein Gestell mit verstellbarer Plattform construirt, welches auf der Zeche Hannover in Westfalen zur Anwendung gelangt ist. Dasselbe besteht aus zwei Theilen, Fig. 498, dem eigentlichen Wagen, in welchem die zwei Laufachsen gelagert sind und dessen Construction von dem Neigungswinkel unabhängig ist, und dem eigentlichen Fördergefässträger, welcher aus zwei mit einander verstrebten Winkelringen besteht, dieselben bilden einen Cylinder, welcher quer über das Fördergestell gelegt wird, dessen Rahmen den Winkelringen entsprechend kreisförmig ausgebogen ist. Zwischen den Winkelringen sind die

182) Tunner ebenda. S. 113.

Schienen befestigt, auf welche der Förderwagen aufgeschoben wird; der Tragecylinder aber kann so lange der Neigung des Bremsberges entsprechend beliebig auf dem Gestelle verdreht werden, bis die Schienen horizontal zu liegen kommen. In dieser Stellung wird der Cylinder mit dem Rahmen des Fördergestells verschraubt. Auf der Zeche Hannover haben

Fig. 497.



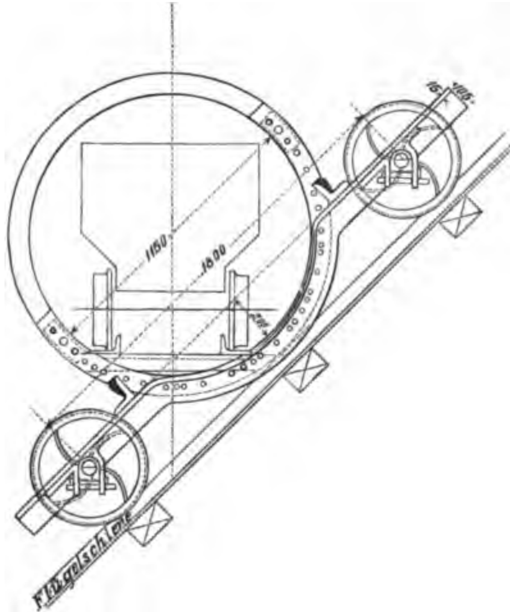
die Laufräder doppelte Spurkränze erhalten, um ein Abspringen von den Schienen zu verhindern[183]).

Wenn ohne Gestell gefördert wird, so benutzt man das in den übrigen Bauen vorhandene Gestänge; die Spurweite, beziehungsweise die Wagenbreite ist alsdann bestimmend für die Wahl der Dimensionen der Bremsberge; wird mit Gestell gefördert, so ist für die Dimensionen des Bremsberges die Länge der Wagen massgebend, da der Wagen auf dem Gestell der Länge nach lang in der Breitenrichtung des Bremsberges steht. Die Gestelle lässt man am besten auf englischem Gestänge laufen, auch wenn sonst ein anderes in der Grube gebräuchlich ist; bei Schlittengestellen wendet man eine Art von deutschem Gestänge an; in seigeren Bremsschächten muss man Tonnenfach, wie in Schächten anbringen.

183) Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 470. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 273.

Um bei geringer Flötzmächtigkeit und nicht genügender Standhaftigkeit des Nebengesteins und damit verbundenem steilen Flötzfallen die Gestellwagen zu erübrigen und die Breite und Höhe des Bremsschachtes in möglichst geringen Dimensionen fassen zu können, hat man auf einigen westfälischen Gruben Gleitbremsen eingerichtet[184]). Es sind dies oben offene, hölzerne Kasten von dem Rauminhalt eines Förderwagens, welche

Fig. 498.



auf der Sohle und an den Stössen des Bremsschachttrumes auf, beziehungsweise an buchenen Latten gleiten. Man hat dieselben sowohl in zweitrümigen, wie in eintrümigen Bremsbergen mit Gegengewicht. Sie haben den Nachtheil, dass sie eine Umförderung nothwendig machen, indem sie am Anschlagspunkte aus den von den Abbauörtern kommenden Fördergefässen gefüllt und an dem Fusse des Bremsberges wieder in Förderwagen entleert werden müssen, zu welchem Zweck die Kasten vorn mit einer durch Vorreiberverschluss verschliessbaren Klappe versehen sind. Auch bei der beschriebenen Bremsvorrichtung der Grube ver. Henriette hat man solche Gleitkasten, welche 0,314 Meter hoch, 0,941 Meter breit und 2,092 Meter lang und aus 26 Millimeter starken Brettern zusammengesetzt sind, welche zur Verstärkung des Bodens noch buchene Gleitbretter erhalten. Die Gleitbahn besteht aus buchenen Brettern, welche am Stoss und auf der Sohle befestigt sind und im rechten Winkel an einanderstossen.

Die Führung des Seils oder der Kette erfolgt über Rollen, welche

---

[184]) Hauchecorne a. a. O. S. 76.

in die Sohle zwischen den Schienen gelegt werden; die Entfernung der Rollen von einander ist von der Neigung des Bremsberges abhängig, ihre Länge davon, wie weit sich das Seil beim Auf- und Abwickeln auf der Bremswelle seitlich hin- und herschiebt. Man nimmt sehr häufig Drahtseile, an manchen Orten sind Ketten beliebt, in England hat man 52 Millimeter dicke Hanfseile, weil sie auf den Scheiben weniger leicht gleiten.

Auf der Steinkohlengrube ver. Sellerbeck bei Mühlheim a. d. Ruhr hat man ein Bremswerk mit Wasseraufzug hergestellt, um Berge aus der tieferen Sohle zur oberen Behufs ihrer dortigen Versetzung zu fördern, während alle Wasser aus der unteren Sohle gehoben werden. Man führt in der oberen Sohle die Wasser in Lutten zu dem oberen Anschlageort des zweitrümigen Bremsberges, in dessen einem Trum der Wasserkasten, in dessen anderem Trum der Bergewagen auf einem Gestell läuft. Wenn der Wasserkasten gefüllt ist, so bewegt er sich abwärts und zieht den Bergewagen aufwärts. Am Fusse des Bremsberges entleert sich der Wasserkasten selbstthätig, während der mit Bergen gefüllte Wagen abgezogen und durch einen leeren ersetzt wird; jetzt ist das Gestell mit Wagen schwerer, als der leere Wasserkasten, so dass jener abwärts, dieser aufwärts läuft und das Spiel von Neuem beginnen kann.

Man hat zu unterscheiden:

a. doppelttrümige Bremsberge, in denen ein voller Wagen, beziehungsweise Zug abwärts geht und gleichzeitig ein leerer aufgezogen wird,

b. eintrümige Bremsberge, in denen durch ein Gegengewicht abwechselnd ein voller Wagen abwärts, ein leerer aufwärts gezogen wird.

Bei der Wahl wirkt bestimmend, ob der Weg eine unabänderliche flache Länge hat, oder ob sich noch Zwischenpunkte zum Anschlagen von Wagen finden, was am weitesten bei Bremsbergen geht, aus denen streichende Oerter zur Bildung von Pfeilern angesetzt sind.

a. Doppelttrümige Bremsberge.

Bei Förderungen mit Gestell sind die doppelttrümigen Bremsberge kaum anders, als mit doppelter Spur herzustellen, höchstens ist bei geringeren Neigungen ein Auskunftsmittel zur Ersparung von Schienen zu gebrauchen; wenn mehrere Anschlagspunkte vorhanden sind, muss man unbedingt doppelte Spur haben. Wenn dagegen die Förderlänge constant ist, also ein directes Abbremsen des Wagens oder des Zuges stattfindet, hat man entweder doppelte Spur oder, wie in England, drei Schienen mit doppelter Spur in der Mitte (meeting) oder, wie gleichfalls in England, in der oberen Hälfte einfache, in der unteren doppelte Spur mit selbstthätiger Weiche[185]) oder mit einem besonderen Weichensteller. Derartige Bremsberge, bei denen das Doppeltrum nur in der Mitte beim Begegnen des

[185]) Herold a. a. O. Bd. 3B. S. 41.

vollen und des leeren Wagens vorhanden ist, hat man auch in Westfalen z. B. auf der Zeche ver. Hamburg[186]), auch in Oesterreich[187]) im Gebrauch.

Die Bremsmaschine besteht entweder aus einer Scheibe, welche in der Ebene der Lagerstätte liegt, über Tage aber wohl eine horizontale Lage bekommt, oder aus einem Rundbaum, dessen Achse im Streichen der Lagerstätte liegt, statt dessen man über Tage wohl verticale Wellen mit Seilkörben hat.

Die Scheibe für das Seil ist am besten aus Gusseisen gefertigt, oft mit der Bremsscheibe aus einem Stück; sie wird je nach der Localität in oberer Höhe des Bremsberges passend aufgestellt und verlagert, wobei man aber auf die Möglichkeit, die Wagen zu handhaben und Züge rangiren zu können, Rücksicht nehmen muss; zweckmässig ist es deshalb oben, so auch unten am Fusse des Bremsberges, ein Stück horizontaler Bahn zu schaffen.

Man richtet die Scheiben fast immer zur Verwendung von Rundseilen vor, an einzelnen Orten sind Ketten beliebt, in England hat man runde Hanfseile, welche mehr Reibung geben.

Man muss das Gleiten des Seils auf dem Umfange der Scheibe verhindern, wenn die relative Schwere der Last bedeutend ist, also wenn man bei flachem Fallen ganze Züge oder bei starkem Fallen Gestelle anwendet; dies geschieht durch Verschränken des Seils oder der Kette in Gestalt einer 8 über zwei Scheiben, wie auf der Grube Harton in England[188]), Fig. 499, oder durch mehrmaliges Umschlagen des Seils um eine Scheibe, was man auch wohl im ersten Falle thut, oder durch seitliche Anbringung zweier kleineren Scheiben für jedes Seilende, Fig. 500, oder durch Benutzung von 2 gleich grossen Scheiben, um welche die Kette ohne Verschränkung gelegt, aber durch eine kleine Spannscheibe angepresst wird, wie auf ver. Charlotte in Westfalen, Fig. 501. Bei der Kette hat man ein einfacheres Mittel, das Gleiten zu verhindern, dadurch, dass man in der Kehle der Scheibe zweizinkige gabelförmige Dornen anbringt, welche die Kettenglieder von Aussen umfassen, wie im Bezirk von Waldenburg[189]), wo auf Morgensterngrube solche Kette nach 3 Jahren noch gar nicht gelitten hatte; auf Redengrube bei Saarbrücken[189]) hat man bei ähnlich eingerichteten Scheiben zwei schon anderwärts benutzte Drahtseile von 47 zu 47 Centimeter durch eiserne Spangen verbunden. Auch hat man zur Ausgleichung des Gewichts bei starker Neigung, wie auf Hasenwinkel bei Bochum, Ketten ohne Ende angewendet, welche im Tiefsten wieder über eine Scheibe gehen; in gleicher Weise hat man die Einrichtung bei eintrümigen Bremsbergen mit unter-

[186]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 236.

[187]) v. Hauer: berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 24. S. 290.

[188]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 60.

[189]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 188.

laufendem Gegengewicht auf einigen Kohlengruben in Unter-Steiermark getroffen[190]). Auf der Steinkohlengrube ver. Hamburg in Westfalen hat man die Seilgewichtsausgleichung dadurch erzielt, dass man dem Bremsberg nach Oben eine erheblich grössere Steigung gegeben hat und das Seil des

Fig. 499.

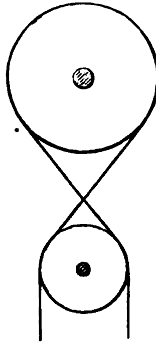


Fig. 500.

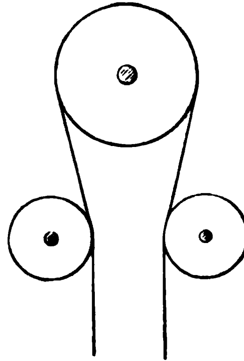
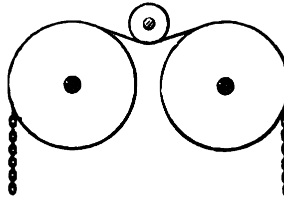


Fig. 501.



herabgehenden Korbes in einer durch die Abnahme der Zugkraft bestimmten, einem allmälig zunehmenden Durchmesser entsprechenden Spirale abwickeln lässt[191]).

Das Fördern aus verschiedenen flachen Höhen bedingt eine entsprechende Veränderung in den Längenunterschieden der beiden Seiltrüme, wozu die Scheibe unanwendbar ist, wenn mit Gestelle gefördert wird, aber auch sonst ist dies nicht gebräuchlich; beim Niederlassen einzelner Wagen ist es möglich durch Ausschalten einzelner Seilstücke, was aber nur beim Vorhandensein weniger Anschlagspunkte thunlich ist; ohne Einschränkung ist es statthaft, wenn man eine Kette ohne Ende anwendet und die Wagen mittelst Hilfsketten eingehakt werden.

Auch auf den Rundbäumen wendet man Rundseile oder Ketten an, welche sich neben einander aufwickeln; die Breite der Abtheilungen für

---

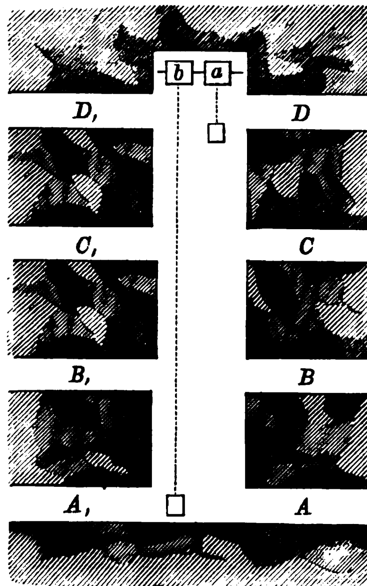
[190]) Berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr.-ungar. Bergakademien. Wien 1876. S. 65.

[191]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 375.

jedes Seiltrum ist beschränkt durch die Spurweite des Wagens oder des Gestells, beziehungsweise durch die davon abhängige Breite der Bremsbergtrüme, auch durch den Umstand, dass das Seil verschiedene Lagen um die Mittellinie annimmt.

Man vermeidet gern das Doppeltauflaufen des Seils und bestimmt hiernach, da die Länge gegeben ist, den Durchmesser des Rundbaumes, zumal ein grosser Durchmesser für Drahtseile nur vortheilhaft ist. In der Regel sind Seiltrommeln zur Aufwickelung des Seils vorhanden, denen man einen grösseren Durchmesser geben kann, als den Rundbäumen, dieselben sitzen gewöhnlich auf derselben Welle, was über Tage bei stehenden Wellen stets der Fall ist. Dabei verlässt das eine Seil den Umfang der Trommel

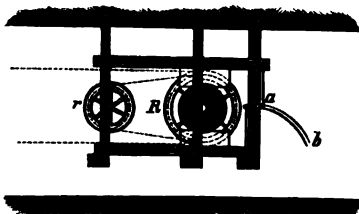
Fig. 502.



oben, das andere unten, ein Uebelstand, der sich bei grossem Durchmesser fühlbar macht, aber leicht durch Leitscheiben beseitigt werden kann. Bei constanter Förderhöhe sind beide Trommeln fest auf der Welle und haben die Bremsscheibe am besten zwischen sich; bei verschiedenen Anschlagspunkten macht man die eine Trommel beweglich, um die Seillängen ändern zu können, doch muss die Einrichtung zum Lösen und Feststellen einfach sein und darf nicht in einer complicirten Kuppelung bestehen, in diesem Falle liegt die Bremsscheibe fest oder ist mit der festen Trommel verbunden. Zum Bewegen der losen Trommel hat man wohl ein Zahnradvorgelege mit Kurbel an derselben angebracht, das Getriebe muss ausrückbar, wenigstens aber die Kurbel abnehmbar sein. Beim Anschlagen ist folgende

Reihenfolge zu beobachten, Fig. 502, a ist die feste, b die bewegliche Trommel; man hat bisher von D nach A gefördert und will nun von C nach A fördern. Man löst die bewegliche Trommel, wenn an der festen Trommel ein voller Wagen bei D angeschlagen ist, derselbe wird bis C abgebremst, worauf die lose Trommel wieder gekuppelt wird; indem man nun bis A weiter abbremst, kommt der leere Wagen in die Strecke C' zu stehen und kann dort mit einem vollen Wagen vertauscht werden; beim nächsten Abbremsen kommt der leere Wagen nach C. In ganz gleicher Weise gelangt man mit dem leeren Wagen nach B'. Wenn zuletzt von B gefördert ist, bleibt der volle Wagen zunächst bei A stehen und der leere wird von B' nach D' aufgewunden, nachdem b gelöst ist, so dass nunmehr wieder von der obersten Sohle gefördert werden kann. Dieser regelmässige Gang ist nur möglich bei gutem Ineinandergreifen der Förderung und wenn der letzte volle Wagen immer von der Seite der festen Trommel kommt. Wenn das letztere nicht der Fall ist und nach Lösung der beweglichen Trommel das Gewicht des leeren Wagens, wie gewöhnlich, nicht genügt, die feste Trommel in Drehung zu versetzen, so muss man auch für diese ein Vorgelege bereit haben, welches sein Getriebe auf derselben Achse, wie das für die lose Trommel haben kann. Wenn z. B. der volle Wagen von B' nach A' gegangen ist, so steht der leere bei B; löst man jetzt die lose Trommel, so wird derselbe nicht nach A gehen; wäre dies aber auch der Fall, so hätte man jetzt zwei leere Wagen unten, wodurch nichts gewonnen wäre, man muss demnach den leeren Wagen von B nach D heben, was eben nur durch Lösung der sonst festen Rolle geschehen kann. Hierin, sowie in der Nothwendigkeit, entweder von beiden Seiten ganz gleichmässig zu fördern oder Massen von der einen Seite nach der anderen bringen zu müssen, liegt der Uebelstand dieser Einrichtung; das Hinüberschaffen der Massen geht zwar an bei flachem Fallen, wird aber häufig sehr schwierig bei starkem Fallen.

Fig. 503.

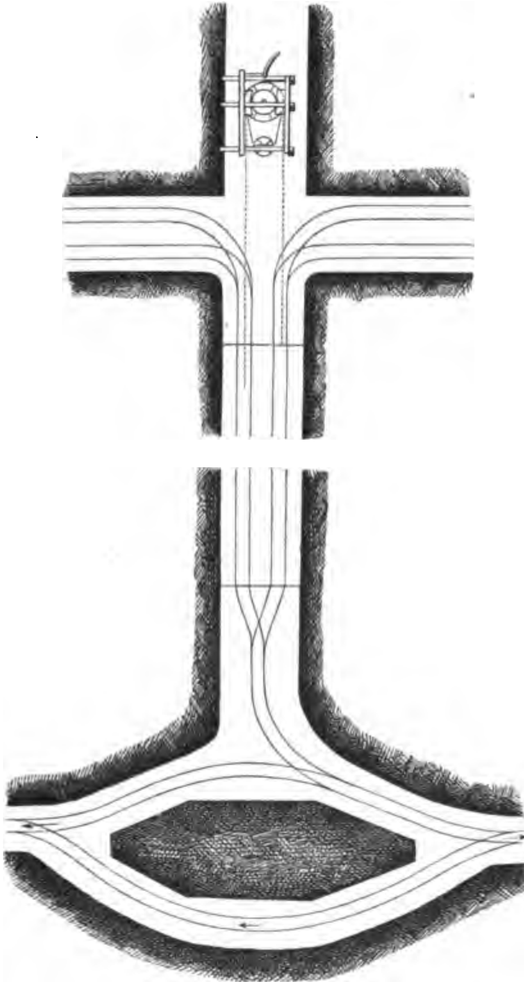


Auf den amerikanischen Gruben sind die Bremsberge zweitrümig[192]), welche erforderlichen Falls zum gleichzeitigen Hinabbremsen mehrer Wagen benutzt werden. Zur Aufnahme des Seils dienen zwei in der Fallebene des Bremsbergs eingebaute gusseiserne Scheiben, von denen die obere R

[192]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 21.

Fig. 503, 1,83 Meter im Durchmesser haltende, mit zwei Seilnuten, die kleinere r von 1,22 Meter Durchmesser mit einer Seilnute versehen ist. Auf der Welle der Scheibe R ist die mit vier starken Backenbremsen versehene Bremsscheibe S, deren Bewegung durch den Bremshebel ab regulirt

Fig. 504.



wird, festgekeilt. Das Seil wird über die Seilscheibe r und über die beiden Seilnuten der Scheibe R in die beiden Geleise des Bremsberges, Fig. 504, geführt. Die Förderwagen werden durch Maulthiere zum Kopf des Bremsberges gebracht. Am Fusse des Bremsberges sind beide Schienengeleise in eins zusammengezogen, dasselbe ist im Bogen nach dem Geleise der Hauptförderstrecke übergeführt, so dass der Wagen ohne Weiteres in

diese übergeht. Ausserdem befindet sich am Fusse ein Umbruchsort, so dass die Zuführung der leeren und die Abführung der vollen Wagen ohne Störung vor sich geht.

b. Eintrümige Bremsberge.

Eintrümige Bremsberge kommen wohl nur unter Tage vor, wo sie in der Regel auch zur Vorrichtung dienen, sie werden entweder mit nebenliegendem oder mit unterhalb des Fördergefässes laufendem Gegengewicht eingerichtet. Bei der ersten Einrichtung kann nur von einer Seite angeschlagen werden, nur bei starkem Fallen und wenn das Seil des Gegengewichts den Rundbaum, beziehungsweise die Trommel unterhalb verlässt und daher nahe am Liegenden sich befindet, kann man allenfalls auch von dieser Seite her anschlagen. In welcher Weise dies auf der Steinkohlengrube Luise Tiefbau mit einem nebenlaufenden Gegengewicht ermöglicht ist, wurde oben Thl. I. S. 536 gezeigt. Soll in anderen Fällen von beiden Seiten her die Förderung zum Bremsberge geschafft werden, so muss man von der Gegengewichtsseite her Umbruchsörter nach der anderen Seite hin anlegen, was unzweckmässig ist, weil die Stabilität des Bremsberges verloren geht, weshalb man mit solchen Bremsbergen in der Regel nur einflügelig abbaut. Wenn das Gegengewicht unter dem Förderwagen läuft, ist das Anschlagen von beiden Seiten unbehindert. In Bezug auf das Anschlagen aus verschiedenen Sohlen sind beide Arten von Bremsbergen gleich vortheilhaft und unbeschränkt.

1. Mit nebenlaufendem Gegengewicht.

Als Bremsmaschine dient der im Streichen aufgestellte Rundbaum mit zwei festen Seilfächern, wobei das Gegengewicht oft einen geringeren Hebelsarm, also Seilfach mit kleinerem Durchmesser erhält, um an Raum zu sparen und beim Reissen des Seils gesicherter zu sein, das Verhältniss der Seilfachdurchmesser ist dann etwa 2 : 3. Das Gegengewicht ist ein mit Gussstücken belasteter Wagen auf niedrigen Rädern mit schmaler Spur, welcher auf besonderem Gestänge läuft. In Westfalen beseitigt man die schwerfälligen Gegengewichte, indem man auf das Rädergestell leicht transportirbare Eisenstangen nebeneinander legt, welche mittelst eiserner, an den Enden mit einander verschraubter Querstangen festgehalten werden; diese Gegengewichte sind leicht auseinander zu nehmen und ihr Gewicht ist schnell zu reguliren[193]). Bei Saarbrücken bestehen die Gegengewichte aus zwei Seiten- und einem Mittelstücke, welche durch Schraubenbolzen verbunden und zwischen denen die Achsen für die Räder angebracht sind; die einzusetzenden Gewichte werden so niedrig gehalten, dass sie nirgends aus der Oberfläche des Gewichtskörpers hervorragen, um nicht hängen zu

[193]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 376.

bleiben[194]. Auf der Grube Neu-Herzkamp bei Sprockhövel hat man Gegengewichtskasten, welche oben mit Wasser gefüllt werden und nach Ankunft am Fusse des Bremsberges sich wieder entleeren[195]. — Vortheilhaft ist es auch hier, ein Vorgelege an den Rundbaum anzubringen, um den leeren Wagen, falls er zu hoch kommen sollte, an seine richtige Stelle bringen zu können. Die Manipulation ist die, dass das Gegengewicht den leeren Wagen in die Höhe zieht und beim Abbremsen des vollen Wagens wieder in die Höhe läuft.

2. Mit unterlaufendem Gewicht.

Man kann als Maschine zwar den Rundbaum anwenden, zweckmässiger ist dem Princip nach eine Scheibe oder Rolle mit horizontaler Achse, in der Seigerebene stehend, von welcher oben das Seilende für den Wagen oder das Gestell, unten für das Gegengewicht abgeht, wobei man das Rutschen des Seils durch mehrfaches Umschlingen vermeiden könnte; weil man indess das Rutschen fürchtet und das gleichzeitige Herabfallen des Wagens und des Gegengewichts zu besorgen hat, so hat man die Construction aus zwei schmalen Scheiben von grossem Durchmesser genommen, zwischen denen die Bremsscheibe liegt.

Derartige Bremsmaschinen hat man auf den Gruben bei Saarbrücken[196], vergl. Fig. 497, wo man Eisenbandseile gebraucht und der Scheibe für das Gegengewicht $^2/_3$ Radius von dem der anderen giebt. Das Gegengewicht erhält geringere Spur, als der Wagen oder das Gestell und besteht gewöhnlich aus einer Gussplatte mit niedrigen Rädern. Das Gestänge für das Gegengewicht liegt entweder so tief, dass dasselbe ganz unterhalb des Wagengestänges läuft, was bei mächtigen Lagerstätten nicht schwierig ist und bei weniger mächtigen durch Einhauen einer Rinne in das Liegende erreicht wird, oder beide Gestänge liegen in derselben Sohle, das für das Gegengewicht innerhalb des Gestänges für das Gestell, oder die Räder des letzteren sind so hoch, dass das Gegengewicht bequem darunter fortgehen kann, wie z. B. auf den Gruben des Kölner Bergwerksvereins bei Essen die Räder des Gestells 58 Centimeter, des Gegengewichts 18 Centimeter hoch sind[197].

c. Seigere Bremsberge.

Seigere Bremsberge haben im Allgemeinen die Einrichtung von Förderschächten mit zwei Trümen und Tonnenfach; für den Wagen sind Gestelle anzuwenden, welche an beiden Seiltrümen befestigt sind. Die Bremsscheibe

---

194) Ebenda. Bd. 23B. S. 107.
195) Ebenda. Bd. 10A. S. 207.
196) M. Nöggerath a. a. O. S. 186.
197) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10A. S. 207.

ist so angebracht, dass sie von der Mitte eines Trums zu der des anderen reicht; über dieselbe wird das Seil verschränkt gelegt, um das Rutschen zu vermeiden.

Auf dem Krugschacht der Königsgrube in Oberschlesien werden die in 100 Meter Tiefe gewonnenen Kohlen auf die Hauptsohle des Förderschachtes in 160 Meter Tiefe in einem Gesenke herabgebremst, wofür der Maschinenmeister Steinhoff einen besonderen Bremsseilkorb construirt hat[198]. Die Bremsscheibe sitzt auf der Welle des Seilkorbs und das Bremsen erfolgt durch hölzerne Backen, welche durch ein angehängtes Gewicht dauernd geschlossen gehalten werden. Wenn das mit zwei gefüllten Förderwagen besetzte Fördergestell hinabgelassen werden soll, erfolgt die Lüftung des Bremsgewichts, indem dasselbe von dem Bremser mittelst eines Steuerrades mit Leichtigkeit angehoben wird. In elfstündiger Arbeitszeit werden 11000 bis 12000 Centner Kohlen abgebremst, die Leistung kann aber bis 20000 Centner gesteigert werden.

Auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken[199] hat man derartige seigere Bremsen bis 84 Meter tief. Als Seile dienen Bandseile, welche für jedes Trum auf Seilkörben mit Seilbahnen aus U-Eisen laufen. Zwischen den beiden Seilscheiben liegen 2 Bremsscheiben, deren Hebel gekuppelt sind und mittelst eines Stellrades und einer an beiden Enden mit entgegengesetzt laufendem Gewinde versehenen Zugstange bewegt werden. Die Lager der Seilkorbwelle und der Bremsscheibenachse ruhen auf 4 Längslagern von Doppelt-T-Eisen, welche ihrerseits auf Fundamenten von Mauerwerk und Querträgern von Doppelt-T-Eisen aufruhen.

d. Allgemeine Bemerkungen.

Ueber die Herstellung der Bremsberge ist das Nöthige schon bei der Besprechung der Abbaumethoden erwähnt; sie müssen in durchaus fester Lagerstätte mit zuverlässigem Hangenden und Liegenden getrieben sein, beziehungsweise durch kräftige Zimmerung gesichert werden. Man muss dafür Sorge tragen, dass die Neigung der Sohle sich gar nicht oder wenig ändert, und wo dies die Natur der Lagerstätte bedingen würde, muss man durch Nachreissen auszugleichen suchen; sind stärkere Aenderungen der Neigung nicht zu vermeiden, muss man nöthigenfalls Leitrollen am Hangenden für das Seil anbringen. Neben den Bremsbergen ist an einer Seite wenigstens, besser an beiden Seiten ein Fahrüberhauen anzubringen, damit Niemand Veranlassung hat, den Bremsberg zu betreten, wodurch vielen Unglücksfällen vorgebeugt wird.

Die Lagerböcke für die Scheiben oder Rundbäume werden zweckmässig aus Gusseisen hergestellt, wenn die Vorrichtung öfter dienen soll;

---

[198]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 337.

[199]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 160.

überhaupt ist es unter gleich bleibenden Verhältnissen da, wo viele Bremsanlagen vorkommen, gut, ein bestimmtes Modell allgemein anzunehmen und Reservetheile vorräthig zu halten[200]).

In Betreff der Anschlagspunkte ist zu bemerken, dass man beim Abbremsen von Zügen oben und unten die erforderlichen Horizontalen herstellen muss, damit die Züge rangirt werden können. Wenn mit Gestellen gefördert wird, hat man am Fusse des Bremsberges eine entsprechende Vertiefung anzubringen, damit die auf dem Gestell angebrachten Schienen mit dem Gestänge in der Grundstrecke in eine Ebene zu liegen kommen, und die Wagen bequem auf- und abgefahren werden können. An den Zwischenanschlägen muss man bei schwachem Fallen horizontale Gestängetheile einlegen, um den Wagen aus der Strecke in das Gestänge des Bremsberges zu bringen, bei starkem Fallen und bei sonstiger Anwendung von Gestellen wendet man Klauen an, welche man vom Gestänge der Strecke aus auf das Gestänge des Gestells legt, um dasselbe festzuhalten.

Für den Fall, wo man bei zweitrümiger Förderung mit Gestell aus dem abgewendeten Trum zum Gestell durchschieben muss, hat man wohl kleine Zugbrücken als Verlängerung der Streckenbahn angebracht. Eine etwas complicirte derartige Einrichtung hat man auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg getroffen[201]).

Bei ansehnlichen Förderungen ist es zweckmässig, das Abbremsen nicht den Schleppern, welche die Wagen zur Bremsstatt bringen, zu überlassen, sondern einen besonderen Bremser dazu anzustellen; auch empfiehlt es sich stationäre Beleuchtung anzubringen.

Um dem Bremser Gelegenheit zu geben, den jedesmaligen Stand des ablaufenden Wagens genau zu kennen, namentlich wenn aus mehreren Sohlen angeschlagen wird, ist es erforderlich, Zeichen an der Bremsscheibe oder Marken am Seil zu befestigen oder noch besser einen Sohlenstandzeiger aufzustellen. Bremst der Schlepper selbst ab, so muss von den verschiedenen Anschlagspunkten ein Drahtzug mit Hebelverbindung zur Bremse gehen, um dieselbe lüften zu können, ohne dass der Schlepper erst zur Bremsstatt hinaufzugehen braucht.

An den abgehenden Oertern müssen Sicherungen gegen den Bremsberg hergestellt werden, damit Niemand hineinstürzen kann, am besten eignen sich Barrieren. Da durch das Offenstehenlassen der Barrieren sehr oft Unglücksfälle herbeigeführt werden, hat man in Westfalen an den Streckenzugängen Drahtseilenden angebracht, welche in die Firste und die Sohle der Strecke eingepflockt sind. Um den Wagen passiren zu lassen, hat der Schlepper das Drahtseil seitwärts über den Wagen zu schieben, nach dem Passiren geht das Seil in seine frühere Lage zurück[202]). — Auf der Zeche

---

[200]) Ebenda. Bd. 10A. S. 207.
[201]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 271.
[202]) Ebenda. Bd. 23B. S. 108.

Bruchstrasse in Westfalen findet sich ein selbstthätiger Bremsbergverschluss von Brenner[203]). Derselbe besteht aus dem gebogenen Sperrhebel a, Fig. 505. 506. 507, welcher den Zugang zum Bremsberg schliesst, aus dem unterhalb der Anschlagssohle im Bremsberge vorstehenden Hebel b, welcher an seinem Ende ein etwas nach der Seite gebogenes Füsschen trägt, und aus der am Schenkel des Fördergestells zwischen den beiden Rädern angebrachten Klinke d. Die Hebel a und b sitzen auf einer ge-

Fig. 505. Fig. 506.

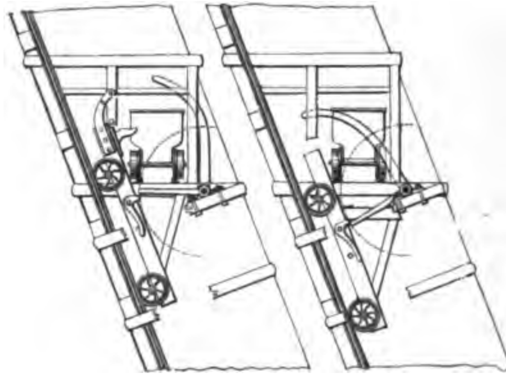
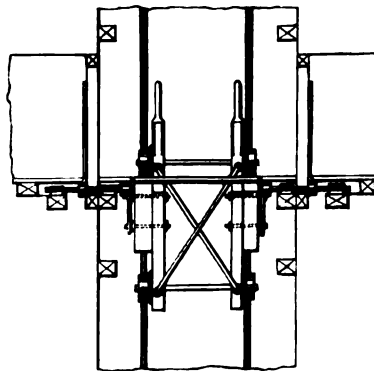


Fig. 507.



meinschaftlichen Welle c und zwar so, dass sie je nach der Neigung des Bremsberges einen hieraus sich ergebenden bestimmten Winkel mit einander bilden, die Welle c ruht in der Sohle der zum Bremsberge führenden Strecke in zwei auf Schwellen befestigten Lagern aus Bandeisen. Bei

[203]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 271; Bd. 29B. S. 258. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 327. — Dingler polyt. Journal. Bd. 232. S. 222. — Glückauf. Essen 1878. No. 94. 103.

der Bewegung des Fördergestells nach oben greift der kurze Arm des Winkelhebels a unter den Hebel b und hebt ihn, wodurch sich die Welle c dreht und der Sperrhebel a gleichzeitig mit gehoben wird, so dass der Zugang von der Strecke zum Bremsberg geöffnet wird. Geht das Fördergestell wieder hinab, so drehen sich die Hebel a und b mit der Welle c selbstthätig wieder zurück, bis der Hebel a wieder auf dem Zapfen h aufruht und der Zugang verschlossen ist. Beim Passiren des Fördergestells von einem Abbauort zu einem höheren wird der Verschluss durch die Klinke d für einen Moment geöffnet, fällt aber, sobald das Fördergestell vorbei ist, wieder zu; beim Niedergange von einem höheren zu einem niederen Orte tritt ein solches momentanes Oeffnen nicht ein, da die Klinke d alsdann, den Hebel b nur berührend, unter denselben hergleitet, ohne die Stellung des Apparates zu ändern. Durch das selbstthätige Zufallen des Apparates beim Aufsteigen des Gestells tritt eine starke Abnutzung ein. Zu deren Vermeidung hat man den Zapfen h, welcher dem Sperrhebel a zur Auflagerung dient, etwas tiefer gelegt, wodurch der Hebel b im Bremsberge etwas mehr zurücktritt, so dass die Klinke d ihn nicht berührt und ihn nicht mitnehmen kann. Der Schlepper muss jetzt, sobald das Gestell am Abbauorte hält, das Oeffnen selbst besorgen, indem er den Hebel a so weit zurückdreht, bis der Hebel b durch die Klinke d gehalten wird. Das Schliessen erfolgt dann nach dem Passiren des Gestells selbstthätig, wie oben angegeben. Die Vorrichtung hat sich bis jetzt gut bewährt. — Auf der Zeche Mansfeld und anderen Gruben in Westfalen ist ein anderer Verschluss von Reinhard[204]) angebracht. Die Schienenbahn in dem Abbauorte ist vor dem Bremsberge auf ca. 1,3 Meter unterbrochen und an Stelle derselben ein um eine Achse drehbarer Rahmen eingeschaltet, welcher die Schienen trägt. Derselbe wird für gewöhnlich durch ein Gegengewicht vertical gehalten und schliesst den Zugang zum Bremsberg ab; in die horizontele Lage kann er nur gebracht werden, wenn der Bremskorb sich vor dem betreffenden Abbauorte befindet, wodurch zugleich die Schienenverbindung hergestellt wird. Der Schlepper hat den Rahmen niederzulegen, welcher von einem Nocken, der sich unter den Rahmen drückt, gehalten wird; alsdann zieht der Schlepper den leeren Wagen ab und schiebt den vollen auf, worauf der Korb nach gegebenem Signal weiter geht und der Nocken zurückfällt, so dass der Rahmen wieder in die verticale Lage zurücktritt und der Verschluss hergestellt ist. — Auch Borgsmüller hat eine Barriere angegeben und patentirt erhalten; es geht aus den Mittheilungen nicht hervor, ob sie in die Praxis eingeführt ist[205]). — Auf der Zeche „Friedlicher Nachbar“ in Westfalen klemmte sich ein mit den Vorderrädern in den 65 Grad fallenden Bremsberg stürzender Wagen mit

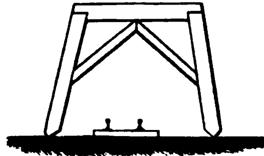
---

[204]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 272. — Glückauf. Essen 1878. No. 47. 88. 92.

[205]) Glückauf. Essen 1878. No. 18. 26.

seinen Hinterrädern gegen eine zufällig an der Kappe befindliche Verstrebung. Man hat in Folge dessen an allen Zugängen der Abbauörter zum Bremsberge derartige Verstrebungen, wie sie in Fig. 508 dargestellt sind, angebracht, und seitdem haben sich alle in den Bremsberg hineingestürzten Wagen mit den Hinterrädern gegen diese Verstrebungen festgeklemmt[206]).

Fig. 508.



Am Fusse sind Schutzbühnen aus starken Stempeln herzustellen, oder Umbruchsörter zu treiben, damit die in der Grundstrecke vorüberfahrenden Menschen nicht durch den herabkommenden Wagen gefasst werden können.

Um das Gestell am Fusse während des Abziehens und Anschlagens der Wagen oder für den Fall, dass sich die Bremse zu früh lüften sollte, festzuhalten, hat man auf der Grube Centrum bei Eschweiler[207]) einen eisernen Schuh angebracht, der sich gegen ein Gestellrad stemmt und dessen unzeitigen Aufgang verhindert; wenn das Gestell aufgezogen werden soll, kann der Schuh beseitigt werden.

Bei einer doppeltrümigen Bremsanlage auf dem Kohlenbergwerk Häring in Tyrol hat man in jedem Geleise auf den Querschwellen einen Fangsparren angebracht, an welchen, im Falle eines Seilbruchs oder eines unbeabsichtigten Niedergehens des Fördergestells, an dieses angebrachte gezahnte Fangkeile mittelst einer Spiralfeder angedrückt werden sollen, um den Niedergang des Fördergestells zu hemmen[208]).

C. Förderung aus einfallenden Strecken und Gesenken.

Die Förderung aus einfallenden Strecken und Gesenken kommt im Allgemeinen mit der aus Schächten, seigeren, wie tonnlägigen, überein, indem man es gewissermassen mit blinden Schächten zu thun hat.

Für die Verwendung der Menschenkraft benutzt man Haspel, welche nöthigenfalls Vorgelege erhalten. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man zu diesem Zweck bei flachem Fallen Wagen, welche vorn niedrige, hinten der Tonnlage entsprechend höhere Räder haben, so dass der Rand des Wagens immer horizontal steht.

---

206) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 160.
207) Ebenda. Bd. 9A. S. 186.
208) Rittinger: Erfahrungen 1870. — Berggeist. Köln 1872. S. 239.

Pferde lässt man abwärts schreiten, um die Last aufwärts zu ziehen, indem das Seil oben über eine Rolle geführt wird; wenn das Pferd unten angelangt ist, geht es leer wieder hinauf, während der leere Wagen niedergebremst wird. Derartige Förderungen sind bei den vielen abfallenden Strecken auf den Saarbrücker Gruben häufig in Anwendung.

Pferdegöpel sind unter Tage nur ausnahmsweise vorhanden, z. B. in Wieliczka.

Für grössere Fördermassen und bedeutendere Geschwindigkeit hat man andere Motoren, deren Aufstellung, beziehungsweise Beschaffung oft schwierig ist. Unterirdische Dampfmaschinen hat man am oberen Ende der schiefen Ebene in England, bei Saarbrücken vielfach aufgestellt, auf den Gruben am letzteren Orte namentlich vielfach Locomobilen, welche nach Niederbringung des flachen Gesenks leicht an einem anderen Orte benutzt werden können.

Ueber Tage aufgestellte Maschinen werden zur Förderung in flachen Schächten in Verbindung mit Seilschächten betrieben, wo man es dann mit einem gebrochenen Schachte zu thun hat, wie auf der Grube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken, wo das völlig geschlossene Fördergefäss als Wagen im tonnlägigen Schachte läuft und als Tonne im seigeren Schachte geleitet und zu Tage gehoben wird; man erübrigt dadurch das An- und Abschlagen am Kopfe des flachen Schachtes zur Ueberleitung in den seigeren Schacht. In England stellt man die Dampfmaschine unter Tage wohl in einiger Entfernung von der schiefen Ebene und bringt bis zu dieser Seilleitungen auf Rollen an; auch treibt man dort solche Maschinen mit Vorder- und Hinterseil und eingeschalteten Zügen, was indess nur bei sehr flachem Fallen möglich ist. Derartige Förderungen mit Seil ohne Ende finden sich z. B. auf der Howardgrube in Cumberland[209]), auch im Mansfeldischen z. B. auf dem 338 Meter langen Flachen des Eduard-Schachtes, wo Züge von 10 Wagen gefördert werden[210]). — Auch hat man Ketten ohne Ende im Betriebe, in welche die Wagen einzeln eingehakt werden. — In welcher Weise die Combinirung einer Förderung mit Seil ohne Ende auf einer geneigten Ebene mit der in einem horizontalen Querschlage auf der Königsgrube in Oberschlesien combinirt wurde, ist bereits oben S. 76 geschildert[211]). Mit Kette ohne Ende hat man auch die Thonförderung auf schiefer Ebene bei der Thongewinnung für eine Ziegelei zu Teutschenthal eingerichtet[212]), eben so auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen[213]), auch beispielsweise auf einem nur

---

[209]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 1.

[210]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 236. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 425.

[211]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 377.

[212]) Dingler polyt. Journal. Bd. 215. S. 409.

[213]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 236; Bd. 27B. S. 278.

4 Grad fallenden, 550 Meter langen Bremsberg der Grube König bei Saarbrücken, wo die endlose Kette 1100 Meter lang ist[214]).

Schon früher hat man Maschinen mit comprimirter Luft zu derartigen Förderungen in England angewendet, so namentlich auf den Gruben der Govan Iron Works bei Glasgow und auf denen der Dowlais Iron Works bei Merthyr Tydvil in Wales[215]); die Maschine, in welcher die Luft comprimirt wird, steht über Tage, durch Röhren wird die Luft zur eigentlichen Arbeitsmaschine geleitet. Derartige Einrichtungen werden jetzt auch auf dem Continente z. B. in Saarbrücken getroffen. Eingehendere Versuche sind neuerer Zeit daselbst angestellt und werden zu ausgedehnterer Benutzung solcher Maschinen führen[216]).

Die Schwierigkeiten, welche dem Niederbringen einfallender Strecken aus oberen nach tieferen Sohlen entgegenstanden, haben auf den Saarbrücker Gruben die Benutzung mannigfacher Hilfsmittel (Locomobilen, Turbinen, Wassersäulenmaschinen, Nutzbarmachung der Bremsschachtförderung einer oberen Sohle) für die Förderung angeregt, man ist aber meistentheils zur Pferdeförderung zurückgekehrt, wenn man nicht bei steilem Fallen veranlasst wurde, das Princip der einfallenden Strecken ganz aufzugeben und von Unten nach Oben aufzuhauen, wobei man alsdann in die Gefahr des Ansammelns schlagender Wetter verfällt. Dagegen bieten die Luftfördermaschinen ein günstiges Mittel, mit verhältnissmässig geringen Kosten und nicht unbeträchtlicher Zeitersparniss einfallende Strecken bei jedem Flötzfallen, bei jeder Teufe und Entfernung vom Hauptschacht niederzubringen, man kann sogar von diesen einfallenden Strecken aus die tieferen Sohlen fassen und beträchtliche Längen der Lösungsquerschläge treiben, bevor die Hauptschächte bis zu dieser Sohle niedergebracht sind.

Auf der Grube Sulzbach-Altenwald ist über Tage eine Luftcompressionsmaschine aufgestellt, welche dazu bestimmt ist, ausser Bohr- und Schrämmaschinen für die Gestein- und Gewinnungsarbeiten Maschinen zur Förderung und Wasserhaltung zu betreiben. Ein Lufthaspel diente dazu, die Förderung auf der einfallenden Strecke, welche von der ersten zur zweiten Tiefbausohle getrieben wurde, zu bewirken. Bei einer Flötzneigung von 27 Grad und einem seigeren Abstande beider Sohlen von 62,772 Meter hat der flache Schacht eine Förderlänge von 138 Meter; von der Sohle des flachen Schachtes ist eine kurze Strecke im Flötz aufgefahren und von hier aus der Hauptlösungsquerschlag in der zweiten Tiefbausohle angesetzt; die aus diesem Betriebe fallenden Berge hat die Maschine zu heben, (dabei

---

214) Ebenda. Bd. 29B. S. 257.

215) Pfähler: Notizen über den Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9B. S. 102.

216) Hasslacher: die Anwendung comprimirter Luft zum Betrieb unterirdischer Maschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 1. — Auszug daraus in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 308.

auch die sich sammelnden Wasser zu sümpfen). Der Lufthaspel steht in der Verlängerung des Schachtes über die Grundstrecke hinaus in einer Maschinenstube und besteht aus einer früheren Dampflocomobile, bei welcher nur die Ein- und Ausströmungsöffnungen erweitert wurden. Die Maschine ist auf einem Holzrahmen fest verlagert; sie hat einen liegenden Cylinder von 16 Centimeter Durchmesser und 31 Centimeter Hub mit Schiebersteuerung ohne Expansion; die Kolbenstange bewegt eine mit Schwungrad versehene Welle, von welcher aus mittelst Riemen die Bewegung auf die Seilkorbachse übertragen wird. Die comprimirte Luft gelangt aus der Rohrleitung durch ein schmiedeeisernes Anschlussrohr in den Schieberkasten, ihr Zutritt wird durch eine Drosselklappe vom Maschinenwärter regulirt. Die verbrauchte Luft geht durch eine Rohrleitung den Schacht abwärts vor das Querschlagsort und dient hier zur Wettererfrischung. Durch eine elektrische Signalleitung ist der Maschinenwärter im Stande, sich mit den Wärtern bei der Anlage über Tage zu verständigen. Der flache Schacht ist zweispurig zur Förderung mit gewöhnlichen Grubenwagen hergerichtet. — Auch im Felde des Albertschachtes der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken hat man sich beim Niederbringen einfallender Strecken von einer höheren zur tieferen Sohle der comprimirten Luft bedient und zu dem Ende doppeltcylinderige Maschinen unterirdisch aufgestellt, welche die Luft aus der über Tage stehenden Compressionsmaschine erhalten. Die Cylinder sind hier mit Expansion versehen, welche beliebig je nach dem Sinken des Druckes zwischen $^1/_8$ und $^8/_8$ Cylinderfüllung verstellt werden kann.

Auch hydraulische Motoren hat man zu diesem Zweck angewendet, so auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken ein Tangentialrad: die Betriebswasser wurden auf einer oberen Stollnsohle gesammelt und mit 40 Meter Druckhöhe zur Maschine abgelassen, wo sie auf einer unteren Sohle abgegossen und künstlich wieder gehoben werden mussten. Einen Wassersäulengöpel benutzte man auf dem Wassermannschacht bei Eisleben[217]) mit nur einem Seilkorb zum Aufziehen des vollen Wagens, während der leere hinabgebremst wurde. — Hierher gehört die bereits oben S. 96 erwähnte Bremsbergeinrichtung mit Wasseraufzug auf der Steinkohlengrube ver. Sellerbeck. — Auf der Königsgrube in Oberschlesien benutzt man ein oberschlägiges Wasserrad zur Förderung in einer 52,310 Meter hohen einfallenden Strecke[218]). Das Rad hat 5 Meter Durchmesser und erhält die Aufschlagewasser aus einem oberliegenden Bassin, in welchem die Wasser aus den oberen Bauen aufgesammelt werden. An der einen Backe dieses Wasserrades ist ein gusseisernes Zahnrad mit nach Innen, der Welle zugekehrten Zähnen angebracht, welches in ein Getriebe eingreift, mit dessen Welle die Seilkorbwelle in Verbindung steht, so dass mit der Drehung des

---

[217]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 189.
[218]) Ebenda. Bd. 20B. S. 379.

Wasserrades der volle Wagenzug aufwärts, der leere abwärts bewegt wird. Um diese Bewegung alternirend herzurichten, um also eine Umsteuerung des Wasserrades zu bewirken, ist das Rad zweitheilig hergestellt und die Schaufeln jeden Theils sind nach entgegengesetzter Richtung eingebracht, so dass man, je nachdem der Wasserstrahl auf die eine oder andere Abtheilung geleitet wird, eine entgegengesetzte Umdrehung des Wasserrades und somit der Seiltrommeln erhält. — Auf einzelnen Gruben bei Saarbrücken hat man Wassersäulenmaschinen zur Förderung aus einfallenden Strecken neuerdings zur Anwendung gebracht; namentlich auf den Gruben Kronprinz Friedrich Wilhelm und Dudweiler. Auf der erstgenannten Grube dient die Anlage[219]) zur Förderung und Wasserhaltung aus einem von der 5. zur 7. Sohle getriebenen, 233,4 Meter flachen Abhauen mit einem Fallen von 9 Grad 46 Minuten, von dessen Tiefsten bereits ein Querschlag angesetzt ist. Die Förderung erfolgte früher mittelst Pferden, bis im Querschlag so viel Wasser angefahren wurden, dass dieselben bis zur oberen Sohle aufgingen. Da Dampfkraft oder gepresste Luft Behufs Fortbetrieb der örtlichen Verhältnisse wegen nicht angewendet werden konnte, in den Wassern aus einem oberen Stolln aber eine hinreichende Kraft vorhanden war, entschied man sich für eine Wassersäulenmaschine. Dieselbe besteht aus zwei Paar liegenden Cylindern, in welchen sich Plungerkolben hin- und her bewegen, deren Stopfbüchsen in den 2 zugehörigen Cylindern einander zugekehrt sind; in der Mitte der Kolben, also zwischen den Cylindern, greifen an Querhäuptern die gabelförmigen Lenkstangen an, welche die Krummzapfenwelle drehen. Auf derselben sitzen Excentrics, welche mittelst Kulissen die Schieber im Schieberkasten bewegen und durch zwei Paar Kanäle die Aufschlagewasser abwechselnd vor und hinter die beiden Kolbenpaare bringen. Die Umsteuerung erfolgt, wie bei Dampfgöpeln, vermittelst der Kulissen, der Steuerwelle und dem Steuerhebel. Auf der Krummzapfenwelle sitzt einerseits das Schwungrad, welches gleichzeitig als Riemenscheibe zur Betreibung eines Ventilators benutzt wird. Auf der anderen Seite befindet sich ein Getrieberad, welches in das Treibrad für die Wasserhaltung eingreift und mittelst Ausrückevorrichtung von diesem gelöst werden kann. Die Hauptwelle hat eine Verlängerung erhalten, auf welcher ein zweites Getriebe sitzt, welches gleichfalls mit Ausrückevorrichtung versehen ist und in ein Treibrad greift, welches auf der Seilkorbwelle sitzt, also dieser und den beiden Seilkörben die Bewegung mittheilt. Die ganze Maschine ruht auf einem gegen die Firste verstrebten hölzernen Fundamentlager und wird abwechselnd zur Wasserhaltung und Förderung benutzt. Das Pumpengestänge im Abhauen geht auf Rollen, ist an das Treibrad für die Wasserhaltung angeschlossen und theilweise abbalancirt, so dass die Maschine sowohl beim Auf- als beim Niedergange zu wirken hat. — Das Wasser wird aus dem

---

[219]) Maass: die Wassersäulenmaschine des fisc. Steinkohlenbergw. Kronprinz Friedrich Wilhelm in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 175.

oberen Stolln in einen neben der Maschine stehenden Windkessel geleitet; die Leitung besteht aus gusseisernen Röhren, welche mit Regulirungshähnen versehen sind. Aus dem Windkessel führt ein Einfallrohr zur Maschine, welches ein durch Stellrad und Schraube regulirbares Absperrventil enthält. Durch die Luft im oberen Theile des Windkessels wird bei den Absperrungen der Wassersäule die lebendige Kraft der letzteren aufgenommen und werden dadurch Stösse vermieden. Zur Ergänzung der Luft, welche sich mit dem Wasser vermischt oder auch durch kleine Undichtigkeiten entweicht, wird von Zeit zu Zeit der Windkessel durch Regulirung der Hähne und Ventile von seinem Wasserinhalt entleert und dadurch von Neuem mit Luft gefüllt. Die verbrauchten Wasser fliessen dem Sumpfe des Wasserhaltungsschachtes zu und werden nach den oberen Stolln zurückgehoben. Nach den angestellten Versuchen hat sich eine Nutzleistung der Maschine von 3 bis 4 Pferdekräften ermittelt, welche einem Wirkungsgrad von ca. 50 Procent der theoretischen Leistung entspricht; es werden gewöhnlich zwei gekuppelte, je 10 Centner Ladung enthaltende Förderwagen in die Höhe gezogen, wobei zwei leere Wagen als Gegenlast in dem anderen Geleise hinabgefördert werden; die Maschine macht dabei etwa 100 Spiele in der Minute. Die ganze Anlage kostet 15786 Mark; die jährliche Unterhaltung etwa 10122 Mark, während die Förderung mittelst Pferden und die Sümpfung der Wasser durch Handpumpenbetrieb in einem Jahre 37800 Mark gekostet haben würde.

Hierher gehört auch der hydraulische Aufzug auf der comb. Gottessegen-Grube in Oberschlesien[220]. Auf einer mit 9 Grad einfallenden Strecke waren früher mittelst 2 Pferden 180 Wagen zu 10 Centner Ladung in zehnstündiger Schicht gefördert worden; man legte diese Strecke horizontal und erzeugte dadurch eine Sohlendifferenz von 2,62 Meter, welche durch einen hydraulischen Aufzug überwunden wurde, wodurch man die Leistung auf 600 Wagen zu 10 Centner Ladung in zehnstündiger Schicht erhöhte. Der Apparat wurde so eingebaut, dass die Schienen der Förderschalen beim tiefsten Stande mit der untern Sohle, beim höchsten Stande mit der oberen Sohle in gleichem Niveau liegen. Der Apparat besteht aus 2 oben offenen Cylindern, in welchen sich je ein Kolben auf- und abbewegt, der Kolbenhub ist gleich der Sohlendifferenz, also 2,62 Meter; an jeder der nach Unten durch eine Stopfbüchse gehenden Kolbenstange hängt die Förderschale zur Aufnahme der Förderwagen; nach Oben ist an beiden Kolben ein geschlossenes Seil angebracht, welches über eine festliegende Seilscheibe gelegt ist. Das Aufschlagewasser tritt mittelst der angebrachten Schiebersteuerung unter den einen Kolben und hebt somit die Förderschale, während die andere Schale sinkt, wobei das unter dem anderen Kolben befindliche Wasser ausgedrückt wird; nachdem die Wagen abgezogen sind, wird

[220]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 571. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 380.

von dem Anschläger mittelst der Hand umgesteuert und das Spiel beginnt in entgegengesetzter Richtung. Das Wasser wird aus einem Teiche über Tage, in welchem die Schachtwasser ausgiessen, durch schmiedeeiserne Röhren zu dem Aufzug geleitet durch einen 103 Meter tiefen Schacht und eine 314 Meter lange Strecke. Die Dauer eines Aufzuges von einem Wagen zu 10 Centner beträgt 15 Sekunden, wozu 20 bis 25 Sekunden für das An- und Abschlagen hinzutreten. An Wasser wird für einen Aufzug 0,042 Kubikmeter, also für 600 Aufzüge in 10 Stunden 25,5 Kubikmeter verbraucht. Das gebrauchte Wasser tritt in den Sumpf der Wasserhaltungsmaschine zurück.

Auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat man für den Betrieb einer auf 1000 Meter Tiefe projectirten, 16 Grad einfallenden Strecke einen hydraulischen Zwillingsmotor nach dem Patent Schmid eingebaut, welcher, mit oscillirenden Cylindern, einer durch einen Vierweghahn bewirkten sehr einfachen Umsteuerung und 2 kupfernen Windkesseln versehen, sehr ruhig und geräuschlos arbeitet. Der Motor fördert mittelst Vorgelege von 1 : 10 zwei Wagen von 10 bis 12 Centner Ladung in 2 bis 3 Minuten auf eine vorläufige Länge von 140 Meter. Die Maschine gebraucht bei 105 Umdrehungen 600 Liter und bei 60 Umdrehungen 350 Liter Kraftwasser und leistet hierbei unter 4 Atmosphären Kolbendruck 2 bis $3^1/_2$ effective Pferdekräfte[221]). Eine anderweitige Anwendung dieses Motors ist auf der Erzgrube Anxbach bei Linz am Rhein gemacht worden.

Auch für die Förderung aus einfallenden Strecken hat man sich die electrische Kraftübertragung bereits zu Nutze gemacht, beispielsweise auf den Kohlengruben La Péronnière[221a]). Hier wurden aus einer einfallenden Strecke von 110 Meter Länge und 40 Meter seigerer Höhe die Kohlen mittelst Pferden in die Höhe gehoben. Um diese kostspielige Förderungsmethode zu beseitigen, hat man an dem Kopfe der einfallenden Strecke einen Haspel aufgestellt und bewirkt dessen Bewegung durch electrische Kraftübertragung, weil bei der Tiefe der Maschinenstellung unter Tage von 395 Meter und bei der Länge des Zuganges von 1200 Meter die Anwendung jeder anderen Kraft schwierig, ja unmöglich war. Ueber Tage sind zwei Grammesche dynamo-electrische Maschinen aufgestellt, welche ihre Bewegung durch Riemenübertragung von einer eincylinderigen liegenden Dampfmaschine von 400 Millimeter Durchmesser und 800 Millimeter Hub erhalten. Die Stromleitung erfolgt durch den Schacht und die Strecken

[221]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 271; Bd. 28 B. S. 261. — Dingler polyt. Journal. Bd. 237. S. 329. — Der Berggeist. Köln 1880. No. 71.

[221a]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. 11. p. 5. 89. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hütten-Wesen. Wien 1883. S. 141. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 27. S. 67. 566. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Kattowitz 1883. S. 91. — Glückauf. Essen 1883. No. 20. — Dingler polyt. Journal. Bd. 247. S. 348. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 35. p. 206.

durch 2 gut isolirte Kabel bis zu der Haspelstätte, wo die secundären Dynamomaschinen aufgestellt sind, welche dieselbe Construction besitzen, wie die über Tage befindlichen. Dieselben tragen Frictionsräder, welche durch einen Hebelmechanismus gleichzeitig gegen ein grösseres Frictionsrad, von welchem aus die Bewegung durch Riemen auf den Haspel übertragen wird, gedrückt oder von demselben entfernt werden, je nachdem der Haspel in Thätigkeit gesetzt werden oder still stehen soll. Dies ist nothwendig, weil man Dynamomaschinen nicht plötzlich anhalten kann. Dieselben laufen vielmehr, wenn sie ausgerückt sind, ununterbrochen leer weiter. Der Maschinist über Tage verkehrt mit dem unter Tage durch telephonisches Signal. Die während eines 6 monatlichen Betriebes mit dieser Anlage gemachten Erfahrungen haben zu der Ueberzeugung geführt, dass in Bezug auf den Nutzeffect, auf die Kosten der Anlage und namentlich auf die Unterhaltung zur Kraftübertragung die Electricität an Stelle der comprimirten Luft und der mechanischen Kraft vortheilhaft verwendet werden kann, besonders wenn die Entfernung zwischen den Kraft- und den Arbeitsmaschinen sehr gross ist, wenn die Transmissionsorgane, die Röhren, Ketten oder Kabel in gekrümmten Strecken und abwechselnd in Schächten und Strecken zu liegen kommen, und wenn die Grube nicht zu reich mit schlagenden Wettern behaftet ist, da sonst durch Funkenbildungen an den Stromsammlern (Commutatoren) der Dynamomaschinen sehr leicht Explosionen entstehen können. Dies vortheilhafte Ergebniss hat dahin geführt, dass man bereits auf mehreren anderen französischen Gruben für ähnliche Fälle die electrische Kraftübertragung in Anwendung gebracht hat.

D. Schachtförderung.[222])

Die Einrichtungen zur Schachtförderung sind verschieden für seigere und für tonnlägige Schächte, bei den letzteren auch nach dem Grad der Neigung, ferner sind sie bedingt durch die Grösse des Förderquantums, die Teufe, die erforderliche Geschwindigkeit, demnach in gewisser Abhängigkeit von der motorischen Kraft, beziehungsweise der Art der Umtriebsmaschinen.

In letzterer Hinsicht hat man Förderung mit Haspel zur Nutzbarmachung der menschlichen Kraft und Förderung mit Göpel, welche letztere betrieben werden durch Thiere, durch Wasser als Kehrradgöpel, Turbinengöpel, Wassersäulengöpel, durch Dampf als Dampfgöpel, in neuerer Zeit mittelst comprimirter Luft als Luftgöpel. An die Wassergöpel schliessen sich die Wasseraufzüge (water balances) an; ferner sind die

---

[222]) J. Ritter v. Hauer: die Fördermaschinen der Bergwerke. 2. Auflage. Leipzig 1874. — Worms de Romilly: über die verschiedenen Arten der Förderung aus Schächten in österreich. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1875. S. 245.

neuerdings angestellten Versuche mit Kette oder nach Lemielle mit Seil ohne Ende, ferner das Fördern mit Gestängen, eine Methode, welche sich den Fahrkünsten anreiht, seit deren Entwicklung vorgeschlagen und befürwortet, aber bei Weitem älter, als die Fahrkünste, ist.

Hinsichtlich der Verbindung mit der Streckenförderung hat man folgende Methoden der Schachtförderung:

1. Die unter Tage benutzten Fördergefässe gehen zu Tage und zwar:
   a. direct,
   b. auf besonderen Gestellen, Gerippen, Körben, Schalen.
2. Die unter Tage benutzten Fördergefässe werden in besondere Schachtfördergefässe (Schachttonnen) entleert, wovon für den Raum, wo das Umfüllen stattfindet, der Ausdruck Füllort herzuleiten ist, während man im ersten Falle besser für diesen Raum Anschlag sagt.

Gleichzeitig hat man an sich und auch in Bezug auf die Befestigung des Fördergefässes an das Förderseil zu unterscheiden, ob das Gefäss an der Hängebank sofort entleert oder zu diesem Zweck noch weiter transportirt wird.

Für grosse Förderungen in Verbindung mit kräftigen Maschinen ist das Fördern der Streckengefässe auf einem Gestell überwiegend eingeführt und wird beim Tiefbau auf Steinkohlen bald ausschliesslich benutzt sein, bietet aber auch für Erzgruben grosse Vortheile und bürgert sich dort nach und nach, selbst bei der Förderung edler Erze, ein. Das Fördern mit Schachttonnen findet sich auf belgischen älteren Steinkohlengruben, ausnahmsweise auch auf Steinkohlengruben anderer Gegenden, z. B. im Wormrevier bei Aachen[223]), in der Provinz Sachsen auf Braunkohlengruben, wenn enge Baue, schlechte Sohle u. dgl. m. die Anbringung von Wagengestängen unter Tage nicht gestatten und deshalb zur Streckenförderung die Karre beibehalten werden muss[224]), ferner auf Steinsalzgruben in England, vielfach und überwiegend auf Erzgruben, wo diese Förderungsweise eine gewisse Berechtigung hat, wenn das geringe Haufwerk nur während eines Theils der Schicht oder gar erst nach mehreren Schichten zur Förderung gelangt.

I. Haspelförderung.

Die Haspelförderung ist die älteste Methode der Schachtförderung und folgt unmittelbar dem Herausziehen mittelst der Hand. Man fördert hier meistentheils, auf Steinkohlengruben wohl immer, die Streckengefässe, welche in Verbindung mit seigeren Schächten bei gewöhnlichem Haspel aus Tonnen auf Gestellwagen bestehen; auf kleineren sächsischen Braun-

---

[223]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9 A. S. 187.

[224]) Ottiliä a. a. O. S. 320.

kohlengruben werden die in den Strecken gebrauchten Hohlkarren in die Schachtfördergefässe umgeladen, so auch auf Erzgruben.

Als Schachtfördergefässe hat man Kübel, Tonnen, auch parallelepipedische Kasten, wenn die Schächte seiger, verschieden gestaltete Kasten, wenn sie tonnlägig sind, ausnahmsweise wendet man bei geringer Neigung der Tonnlage auch Wagen an, welche auch statthaft sind bei Vorgelegehaspeln.

In seigeren Schächten bringt man an den Stössen Tonnenfache (Verschläge) aus Kehrlatten an. Bei mässiger Teufe hat man nur ein Seil auf dem Rundbaum, welches sich beim Auf- und Abwickeln von einem Ende des Rundbaums zum anderen hin- und herschiebt, wobei eine Theilung in Trüme nicht möglich ist, bei grösserer Tiefe hat man zwei Seile, beziehungsweise zwei besondere Seilabtheilungen, wo dann doppeltes Aufwickeln möglich ist und zwei Trüme durch einen Schachtscheider hergestellt werden.

In tonnlägigen Schächten erfolgt bei Anwendung von elliptischen Tonnen die Verlattung nur am Liegenden, bei parallelepipedischen Tonnen auch an den Seiten, auch bringt man wohl Walzen an, auf denen die Tonnen laufen, beziehungsweise eine Art deutschen Gestänges, was sich indess schlecht mit der gewöhnlichen Stellung des Haspels und dem Hin- und Herschieben des Seils verträgt.

Die gewöhnliche Construction ist der Hornhaspel, welcher aus einem Rundbaum und den Hörnern zum Drehen besteht. Der Rundbaum ist bei geringeren Dimensionen, bis etwa 24 Centimeter Durchmesser, aus einem Stück gefertigt; stärkere Rundbäume werden in der Weise hergestellt, dass man auf die aus Geviertholz bestehende Achse hölzerne Kränze aufsetzt und über diese Latten nagelt, welche cylinderisch abgehobelt oder abgedreht werden. Die Haspelhörner, nur bei kleinen Haspeln aus Holz, in der Regel aus Eisen bestehend, sind rechtwinkelig gebogene Rundstangen, welche so viel horizontale Arme erhalten, als an jeder Seite Haspelzieher angreifen sollen; das Horn erhält ein Auge, mit welchem es auf die Achse des Rundbaums gesteckt wird. Der vortheilhafteste Aufsteckungswinkel der gegenüberliegenden Haspelhörner soll zwischen 80 und 180 Grad liegen, da, wo die günstigste Stellung des einen Horns mit der ungünstigsten des anderen zusammenfällt; einer sorgfältigen Untersuchung zufolge entspricht die gegenseitige Stellung unter 120 Grad dieser Bedingung, wodurch die Leistung eines zweimännischen Haspels erhöht werden soll[225]). Die Achse besteht aus einem in der Regel stählernen Zapfen, welcher in die Stirn des Rundbaums fest eingesetzt und verkeilt wird; statt dessen hat man auch wohl eiserne Stangen, welche durch den ganzen Rundbaum hindurchgehen. Im Mansfeldischen nimmt man den Umfang der Rundbäume bei

---

[225]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1871. S. 307. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 464.

zweimännischem Haspel zu 1,046 Meter, bei dreimännischem zu 1,569 Meter, bei viermännischem zu 2,092 Meter; bei 24 Centimeter Durchmesser des Rundbaums giebt man dem Horn einen Radius von 47 Centimeter. An den Enden des Rundbaums werden Scheiben angebracht, um das Abschlagen des Seils zu verhindern.

Die Achse des Rundbaums muss etwas über halber Mannshöhe stehen, so dass im höchsten Stande das Horn noch nicht die Schulter des Arbeiters erreicht. Die Rundbäume liegen mit ihren Achsen auf Haspelstützen, welche bei stark fallenden, tonnlägigen Schächten geneigt aufgestellt werden. In den Auskehlungen der Stützenköpfe sind Pfannen oder Lager angebracht, oft nur aus einem Eisenbeschlag der Auskehlung bestehend, oft aber ganz nach Art der Lager bei Maschinentheilen construirt; auf Gruben des nördlichen Reviers im Halberstädt'schen Bezirk benutzt man messingene Unterlagen in Gestalt eines wagerecht liegenden, dreiseitigen Prismas[226]), auf dessen flacher Seite der Zapfen ruht und welches nach der Abnutzung gewendet wird. Zuweilen bringt man unter dem Zapfen Frictionsräder an, um die Reibung in den Pfannen zu ermässigen, dieselben haben in Obernkirchen 18 Centimeter Durchmesser, einen 52 Millimeter breiten Rand und werden in die Stützen eingesetzt.

Als Seile wendet man Hanfseile an, auch wohl Ketten, auch sollen sich Drahtseile bewährt haben.

Am Ende des Seils sind Haken angebracht, mit welchen in Oesen am Fördergefäss das Seil eingehakt wird, um dasselbe bequem lösen und ausstürzen, beziehungsweise füllen zu können. Bei runden Kübeln hat man zwei Oesen, in welche das Seil also mit zwei Haken eingreift oder welche einen eisernen Bügel aufnehmen, in den dann nur ein Seilhaken eingehängt wird; beim Abteufen giebt man auch den runden Kübeln immer 3 Oesen, damit ein Kippen während des Aufziehens nicht stattfinden kann. Parallelepipedische Kasten erhalten 4 Oesen, weil sonst bei der ungleichmässigen Vertheilung des Zuges ein Zusammendrücken des Gefässes stattfinden könnte.

Auf der Hängebank muss man das Gefäss mit Haken, indem Hängseil gegeben wird, heranziehen, damit die Arbeiter beim Abheben desselben nicht Gefahr laufen in den Schacht zu stürzen; auch hat man aus diesem Grunde Vorrichtnngen, wie Fallthüren, Schiebebrücken, Rollbrücken, angebracht, mit denen, wenn das Gefäss hoch genug gehoben ist, der Schacht bedeckt wird, alsdann wird das Gefäss auf diesen Verschluss niedergesenkt und kann ohne Gefahr abgehoben werden. Auf der früheren Braunkohlengrube bei Altenweddingen wurde ein auf Rädern befindliches Gestell vor den Schacht gefahren, in welches das Gefäss ausgestürzt wurde, das Gestell wurde dann zur Entleerung weiter transportirt. Man hat auch Vorrichtungen zum selbstthätigen Ausstürzen der Fördergefässe bei Haspel-

---

[226]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. S. 376.

förderung vorgeschlagen[226a]), jedoch wird davon bei dem immer weiteren Zurücktreten dieser Fördermethode in ausgedehnter Weise kaum Gebrauch gemacht werden.

Man wendet auch Vorgelegehaspel an, mit Umsetzungen von $^1/_4$, $^1/_5$, seltener $^1/_3$[227]). Sehr selten hat man mehrfache Vorgelege, z. B. bei einem einmännischen Haspel im Glückaufer Revier bei Eisleben, welcher aus einem 33 Meter tiefen, blinden Schachte 4 Centner hebt, 2 Vorgelege im Verhältniss von $^{108}/_{12}$ und $^{54}/_{19}$, der Rundbaum hat in der Mitte eine Scheibe von 1,25 Meter Durchmesser, um welche das Seil zweimal geschlagen ist und welche bis zur Mitte der beiden Schachttrüme reicht[228]).

Die Ausgleichung des Seilgewichts ist versucht worden, indem man unter den Kübeln ein Seil angehängt und im Tiefsten über eine Rolle geführt hat; dies ist für Haspel ziemlich überflüssig. Auch hat man z. B. in Frankreich eine Erleichterung durch angehängte Wassergefässe gegeben, wodurch man den Uebergang zu den Wasseraufzügen gewinnt.

Man hat auch Haspel mit Seilscheiben angewendet, wodurch die seitliche Bewegung des Seils, also das Heraustreten des Fördergefässes aus der Mittellinie des Schachttrums vermieden wird, wozu indess gewöhnlich ein Bedürfniss nicht vorliegt.

Beim Abteufen bringt man gern eine Seilführung an, indem man über dem Fördergefäss einen Leitrahmen mit Schuhen einschaltet, welche auf an den Stössen entlang befestigten Leitbäumen gleiten[229]).

II. Göpelförderung.

Allen Göpeln gemeinsam ist, dass die Seilkörbe seitwärts vom Schachte liegen und daher zur Führung des Seils Seilscheiben über dem Schachte vorhanden sein müssen.

a. Leitungen im Schachte. Fördergestelle.

1. Für seigere Schächte.

aa. Wenn ein besonderes Schachtfördergefäss vorhanden ist, in welches im Füllort die Massen eingestürzt werden, so hat man bei Tonnen (cuffats) in runden oder polygonalen Schächten und selbst in den Trumabtheilungen anderer Schachtformen oft gar keine Leitung, anderenfalls begnügt man sich mit Anbringung von Kehrlatten an den Einstrichen. Für

---

[226a]) Wilke in berg u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 321.

[227]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 A. S. 134.

[228]) Bemerkungen über den Mansfelder Bergbau in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 368.

[229]) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 144.

parellelepipedische Kasten hat man gleichfalls Kehrlatten oder Winkelbretter oder Leitbäume, in letzterem Falle entweder zwei Leitbäume, zwischen denen 2 über einander, an dem Kasten angebrachte Leitrollen gleiten, Fig. 509, oder einen Leitbaum, welcher von 4 Leitrollen umfasst wird, Fig 510.

Fig. 509.

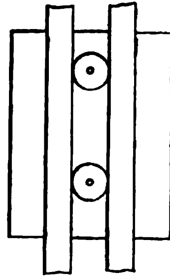
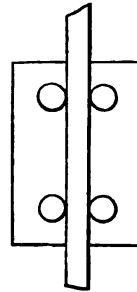


Fig. 510.



bb. Wenn aus der Förderstrecke der Wagen direct in den Schacht übergeht, so hat derselbe in der Regel aufgebauchte Seitenwände und unter dem Boden liegende Räder, alsdann genügen Kehrlatten oder Winkelbretter, wenn der Querschnitt des Schachttrums ziemlich ausgefüllt ist; ist dies nicht der Fall, so ist über dem Wagen ein Führungsrahmen am Seil eingeschaltet, welcher mit seinen Schuhen Leitbäume umfasst. Wenn die Räder vor den Seitenwänden liegen, so kann man sie, insofern dieselben englische sind, indem man Leitbäume, entweder jederseits einen zwischen die Räder oder zwei vor den beiden Rädern anbringt, als Leitrollen benutzen.

Beide bis jetzt behandelten Fälle gestatten keine grosse Geschwindigkeit und Präcision, der zweite führt ausserdem zu vielen Reparaturen.

Fig. 511.



Fig. 512.

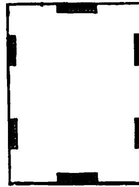
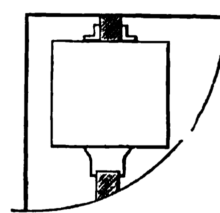


Fig. 513.



cc. Bei der Förderung mit Gestell hat man verschiedene Leitungsvorrichtungen:

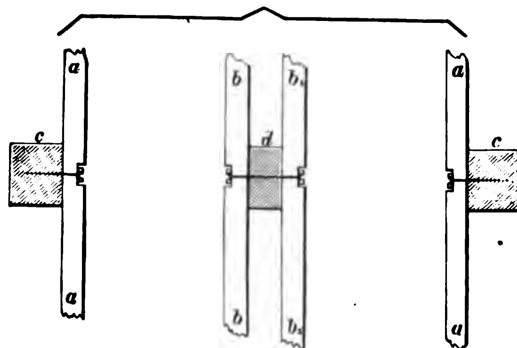
α. Winkelbretter oder dichtes Verschlagen des Trums. Fig. 511.

β. Frictionswalzen am Gestell und diesen entsprechend Kehrlatten an den Stössen des Trums, welche man zuweilen auch mit eisernen Schienen benagelt, was aber wegen des leichten Werfens derselben unzweckmässig, auch nicht erforderlich ist; auch benutzt man statt der Kehrlatten eiserne Schienen, welche aber schlecht halten. Fig. 512.

γ. Am Gestell befindet sich ein **Spurnagel**, aus 3 Walzen bestehend, von denen einer zwischen 2 **Leitbäumen** oder Schienen spielt, während die beiden anderen an der äussern Kante derselben gleiten.

δ. An zwei gegenüberliegenden Stössen befindet sich je ein **Leitbaum**, während am Gestell ein **Leitschuh** oder eine Leitrinne angebracht ist, mit welchen der Leitbaum umfasst wird. Fig. 513. Dies ist die beste Art der Leitung, sie gewährt sanfte Bewegung, gute Führung und bedingt ausserdem nicht die rechteckige Begränzung des Trums, selbst Einstriche sind, wie vielfach in England, entbehrlich. Die Leitbäume bestehen aus Holz und sind z. B. in Westfalen 10 zu 13 Centimeter, auch 13 zu 16 Centimeter

Fig. 514.



stark, auf den Hultschiner Gruben 8 zu 8 Centimeter, auf Grube Gouley bei Aachen $8^1/_2$ Centimeter breit, $6^1/_2$ Centimeter stark; auf den Gruben bei Mährisch-Ostrau sind sie 8 zu 8 Centimeter bis 10 zu 16 Centimeter stark[230]). Man giebt den breiteren und stärkeren Leitbäumen den Vorzug, weil sie mit stärkeren Nägeln, also solider befestigt werden können, weil die Förderschale eine sichere Führung bekommt, also weniger schlottert und eine beschleunigte Förderung gestattet, weil sich die Latten weniger leicht biegen und werfen, auch längere Dauer haben, weil die Fangvorrichtung an der stärkeren Leitung mehr Widerstand findet, leichter fängt und den Leitbaum nicht so leicht spaltet. Die Befestigung erfolgt am besten durch Holzschrauben, man legt die Leitbäume zur grösseren Sicherheit ein wenig in die Einstriche ein. Die einfachste Art der Befestigung findet durch lange, versenkte Nägel statt, immer aber

[230]) Berg- u. hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Przibram und Leoben und der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Jahr 1869/70. Prag 1872. S. 178.

muss man darauf achten, auch bei Schrauben, dass die Befestigungsmittel in das Holz möglichst tief versenkt werden[231]), dennoch treten dieselben bei nur einigem Werfen der Leitbäume leicht vor und geben zu gefährlichem Hängenbleiben der Gestelle Veranlassung. Bei Mährisch-Ostrau combinirt man den Nagel und die Schraube. Die Leitbäume aa und bb, Fig. 514, werden an die Einstriche cc und d befestigt; zur Befestigung der Leitbäume aa an den Stössen dient ein $23^1/_2$ Centimeter langer, 9 bis 13 Millimeter starker Nagel, welcher an einem Ende zugespitzt, am anderen mit einem Gewinde versehen ist. Diese Nägel werden in die Einstriche cc fest eingetrieben, die bereits gebohrte Latte wird darangesetzt und mit einer 13 Millimeter starken Schraubenmutter fest angezogen; die Schraubenmutter ist in einer 26 Millimeter tiefen Aushöhlung der Leitungslatte versenkt und darf nicht vorstehen. Für die Leitungen b und b_1 in der Schachtmitte dienen 34 Centimeter lange Bolzen zur Befestigung, welche an beiden Enden mit Gewinden versehen sind und von einer Latte durch den Einstrich hindurch zur anderen reichen; beide Latten werden gleichzeitig an die durch die Einstriche gesteckten Bolzen angesetzt und mittelst Schraubenmuttern angezogen. Die letzteren sind auch hier versenkt.

Havrez beschreibt eine hölzerne Leitung[232]), mit welcher man beabsichtigt, die Führung in beiden Schachttrümern ganz unabhängig zu machen, damit die Förderung in dem einen Trume erfolgen kann, während die Führung in dem anderen reparirt wird. Die eichenen Einstriche, von denen die äusseren aa, Fig. 515, 516, 2,5 Meter lang, 80 Millimeter hoch, die mittleren b 2,75 Meter lang und 75 Millimeter hoch sind, liegen je 1 Meter entfernt von einander. Die Führungslatten, gleichfalls aus Eichenholz, sind 10 Centimeter dick und 18 Centimeter breit; sie sind nicht direct an die Einstriche befestigt, vielmehr befinden sich zwischen beiden Unterlagsplatten cc von der Breite der Führungslatten und 2 Centimeter Stärke, welche bei einer Richtigstellung der Leitung verstärkt, verschwächt oder ganz beseitigt werden können. Die Befestigung erfolgt durch 2 Centimeter starke, auch durch die Unterlage gehende Schrauben. Die Enden der Führungslatten stossen nicht an den Einstrichen, sondern in der Mitte zwischen zwei Einstrichen zusammen; über beide wird von Einstrich zu Einstrich eine hölzerne Lasche e gelegt, gegen welches jedes Ende der Führungslatten mit 2 Centimeter starken Schrauben angezogen wird. Die gegenseitige Unabhängigkeit der Leitungen erreicht man, indem man die in dem einen Trum gegen die in dem anderen etwa um die Breite der

---

[231]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 263.
[232]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.- Wesen. Wien 1876. S. 353.

Latten verschiebt, wie Fig. 516 es darstellt, wodurch man erreicht, dass bei Unfällen in der Regel nur die Leitung in einem Trum verletzt wird.

Zu den schon angeführten Vortheilen der Leitbäume gehört auch der, dass man, was in England viel vorkommt, den oberen Schachttheil in den wasserreichen Schichten enger hält und nur für ein Gestell herrichtet, erst unterhalb dieser Schichten den Schacht so erweiternd, dass zwei Gestelle neben einander vorbeigehen können; häufig hat man sogar nur die bestimmt

Fig. 515.

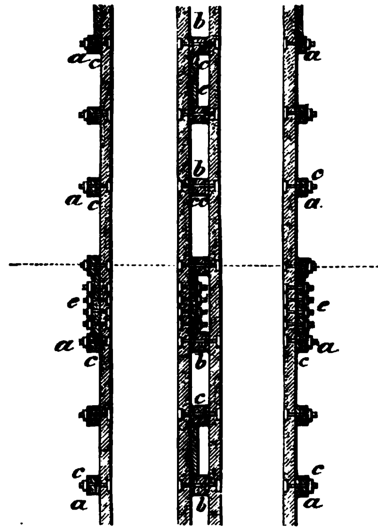
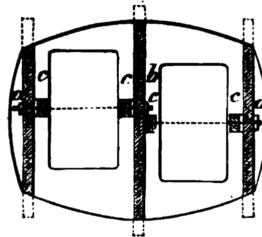


Fig. 516.



fixirte Stelle der Begegnung (meeting) für zwei Gestelle erweitert. Die Leitbäume für die beiden Gestelle liegen dann im engen Schachttheile dicht an einander und gehen erst in dem erweiterten Theile auseinander[233]).

Die Leitbäume sind in der Regel an den kurzen Stössen anzubringen, wenn das Fördergestell eine grössere Längen- als Breitenausdehnung hat, weil alsdann die Führung eine sicherere ist, obwohl alsdann die Leitung auf

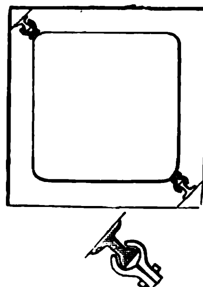
---

[233]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 87.

der Hängebank und in den Füllörtern unterbrochen werden muss; nähert sich die Breite des Gestells seiner Länge, so können die Leitbäume auch am langen Stoss des Fördertrums stehen, übrigens wird in dieser Beziehung nach den localen Verhältnissen sehr verschieden verfahren.

s. In neuerer Zeit werden aber vielfach eiserne Leitungen zur Anwendung gebracht. Auf dem Schacht Henri Guillaume zu Seraing hat man als Leitung in 2 gegenüberliegenden Ecken statt der Leitbäume Eisenbahnschienen angebracht, Fig. 517, was auch in England vielfach geschieht, z. B. auf der Grube Ryhope bei Sunderland, namentlich in den Fällen, wo in Schächten mit ausziehendem Wetterstrom, unter denen Wetteröfen stehen, gefördert wird[234]).

Fig. 517.



In neuerer Zeit sind eiserne Leitungen[235]) häufiger angewendet, weil sie nicht theurer als Holzleitungen sind, längere Dauer, als diese, dieselbe Stabilität und die grösste Raumersparniss im Schachte bieten. Die Leitungen, gewöhnliche Grubenschienen, sind in der Regel an zwei Ecken, immer aber so angebracht, dass in der Mitte zwischen beiden Förderkörben keine Leitungen liegen. Mit Holzleitungen, welche vor der Mitte der kurzen Korbseite angebracht sind, erreicht man zwar gleichfalls Raumersparniss, hat aber den Nachtheil, dass an den An- und Abschlagebühnen die Leitung unterbrochen werden muss, was man auf der Grube Gottes Segen in Oberschlesien dadurch zu heben sucht, dass man in dem Fallgatter auf der Hängebank die Leitung fortsetzt, so dass nach dem Feststellen des Förderkorbes das Gatter gehoben und der Wagen ausgestossen werden, demnächst aber der mit einem leeren Wagen neu belastete Förderkorb nach dem Herablassen des Gatters in der wieder geschlossenen Leitung gleiten kann[236]).

Auf dem Camboas-Schacht bei Blyth hat man auf der äussern Langseite jedes Korbes 2 Schienen angebracht, Fig. 518; dieselben sitzen in gusseisernen Einstrichen, an welchen Stühlchen für die Schienen angegossen sind, an den Förderkörben sind Klauen angebracht, mit welchen die Schienen umfasst werden; zwischen beiden Körben ist nur ein freier Spielraum von 78 Millimeter. Um die Körbe, welche mit ihren Klauen fest an den Schienen sitzen, leicht auswechseln zu können, ist dicht über der Hängebank die Schienenleitung in einem der Korbhöhe entsprechenden Stücke mit ihren Querträgern verschiebbar und kann durch die an den letzteren

---

[234]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 87. — Herold a. a. O. S. 44.

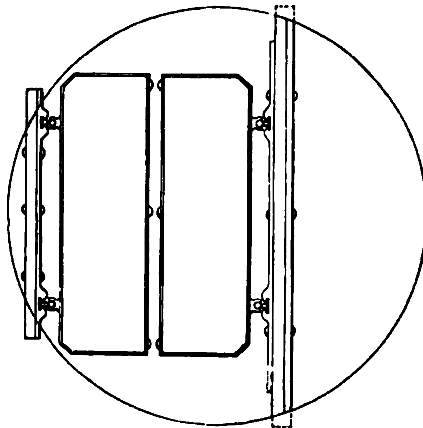
[235]) Bluhme: Schachtleitungen aus Drahtseilen oder eisernen Schienen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 426.

[236]) Ebenda. Bd. 20B. S. 379.

befindlichen Schrauben einige Zoll seitwärts gezogen werden, so dass der aus dem Schachte kommende Förderkorb nunmehr frei hängt und herausgezogen, demnächst aber wieder eingesetzt werden kann.

Bemerkenswerth ist hier, dass jedes Gestell nur an einer Längsseite geführt ist, der Zwischenraum zwischen beiden Fördergestellen also auf ein Minimum reducirt ist[237]). — Auf der Braunkohlengrube Löderburg bei Stassfurt[238]) hat man derartige Leitungen an Stelle von hölzernen eingebaut und ist von dem Erfolge befriedigt. — Einen Nachtheil haben die eisernen Leitungen da, wo man Werth auf das Anbringen einer Fangvorrichtung legt, was bei den beschriebenen Constructionen kaum zu ermöglichen ist.

Fig. 518.



Eine eiserne Leitung anderer Construction ist in Verbindung mit einer Fangvorrichtung auf dem Hoppeschacht der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien eingebaut, welche weiter unten erwähnt werden soll.

In Belgien wurden bisher grösstentheils hölzerne Leitungen angewendet, die geringe Stabilität derselben, die häufigen dadurch hervorgerufenen Unglücksfälle, die zahlreichen Reparaturen veranlassten Briart, den Director der Kohlengrube zu Mariémont und Bascoup zum Einbau eiserner Leitungen z. B. in einem runden 4,25 Meter weiten, 545 Meter tiefen Schachte[239]). In Entfernungen von je 3 Meter wurden Einstriche von 4,65 Meter Länge und 0,25 Meter Höhe genau in einer verticalen Ebene durch die ganze Tiefe des Schachtes verlagert. An diese Einstriche wurden Vignolschienen von je 5,995 Meter Länge von der Hängebank bis zum Schachttiefsten befestigt, indem die Einstriche Ein-

---

[237]) Broja: Mittheilungen über Schacht- u. Maschinenanlagen auf englischen Steinkohlengruben, ebenda. Bd. 22B. S. 152.

[238]) Hauchecorne ebenda. Bd. 17. S. 81.

[239]) Revue universelle. Tome 4. p. 211.

schnitte von 0,01 Meter Tiefe und 0,11 Meter Breite erhalten, in welche der Fuss der Schienen eingepasst wird. Die Lage der Einstriche, die Anbringung der Einschnitte, so wie die Einfügung der Schienen muss sehr sorgfältig geschehen, damit jede Schienenleitung eine genau senkrechte Linie bildet; Manschetten von Stahl, welche je zwei durch Schrauben verbunden sind, halten über und unter dem Einstrich die Schienen fest. An dem Fördergestell befinden sich Klauen von Stahl von 0,40 Meter Länge, welche den Kopf der Schienen umfassen und eine vollständig sichere Leitung bewirken. Das Wesentliche dabei ist, dass das Fördergestell, auf welchem sich zwei Wagen hintereinander befinden, nur an einer Längsseite geführt wird, da man in den runden Schacht nur einen Einstrich eingebaut hat, welcher auf je einer Seite die beiden Führungsschienen für jedes Fördertrum trägt: trotzdem bietet die Leitung vollkommene Sicherheit. — Dieselbe einseitige Leitung aus Schienen hat man neuerdings auf verschiedenen Schächten der fiscalischen Steinkohlengruben König und Königin Luise in Oberschlesien eingebaut, nur unter Benutzung hölzerner Einstriche[240]). Die zweietagigen Fördergestelle haben je 3 Führungsklauen übereinander für jede Schiene. Die Einstriche liegen je 1,57 Meter auseinander. Die Schienen müssen stets gut in Schmiere gehalten werden.

ζ. Ausgedehntere Anwendung finden, namentlich in England, Drahtseilleitungen[241]). Vielfach werden dieselben nicht als unbedingt vortheilhaft bezeichnet, da ihnen angeblich die Stabilität mangelt und Fangvorrichtungen nur schwer anzubringen sind, man ist aber in Schächten, wo der hölzerne Ausbau fehlt, also Einstriche zur Befestigung hölzerner Leitungen nicht vorhanden sind, und ferner da, wo die Förderschächte zugleich Wetterschächte sind und das Ausziehen der Wetter durch Wetteröfen bewirkt wird, auf ihre Anwendung angewiesen, weshalb man sie in den nach englischer Methode ausgeführten runden, ausgemauerten und mit eisernen Tubbings ausgekleideten Schächten fast überall, in neuerer Zeit auch auf dem Festlande, findet. Dabei haben die Drahtseilleitungen den Vortheil, dass sie den Querschnitt der Schachtscheibe weniger verringern, als die hölzernen Leitungen sammt dem zu ihrer Befestigung nothwendigen Einbau, dass daher der Wetterstrom geringeren Widerstand findet, weshalb man die Drahtseilleitungen nicht nur in Ausziehschächten mit Wetteröfen, sondern auch in solchen, wo die Wetter mittelst Maschinen angezogen werden und selbst in Einziehschächten findet, wozu dann noch kommt, dass die Holzleitungen, welche mit der Schachtauskleidung fest verbunden sind, mit dieser gewissermassen ein Ganzes bilden, also die Erschütterungen bei der Förderung auf die Schachtwände übertragen, was bei den frei

---

[240]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 236.

[241]) Bluhme a. a. O. S. 421. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 44. — Broja a. a. O. S. 151. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 215.

hängenden Drahtseilen nicht der Fall ist. Die Drahtseilleitungen bedingen aber wegen der Schwankungen der auf- und abgehenden Förderkörbe einen grossen Zwischenraum zwischen beiden, damit beim Begegnen nicht der eine unter den anderen fasst, sie üben nachtheiligen Einfluss auf die Stabilität des Fördergerüstes, falls sie an demselben befestigt sind, sie erschweren die schnelle Förderung beim Vorhandensein von Mittelsohlen, sie erfordern eine sichere Befestigung der Förderwagen innerhalb des Förderkorbes, sie machen das Fahren der Belegschaft nicht ungefährlich und lassen Fangvorrichtungen schwierig anbringen. Die Seile erhalten eine Stärke von 20 bis höchstens 30 Millimeter; ihre Abnutzung ist sehr gering; ein Bruch tritt meist nur an der unteren Befestigung ein; derselbe ist

Fig. 519.

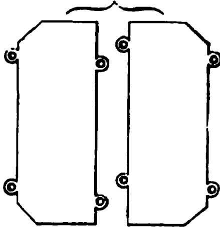
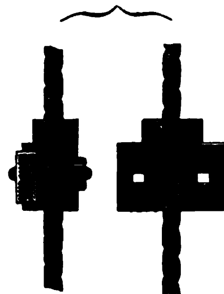


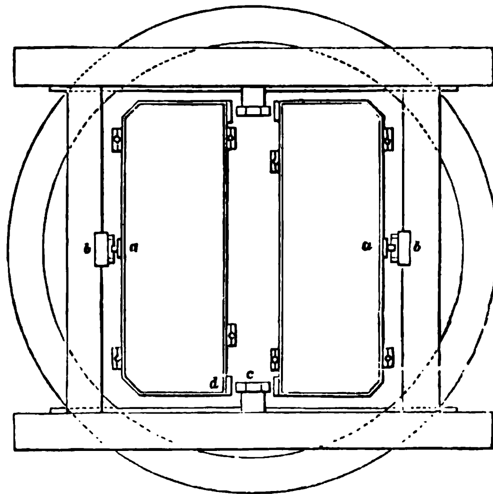
Fig. 520.



aber durch ein Nachziehen des Seils, welchem man oben immer ein Stück Reserveseil lässt, leicht zu beseitigen. Die untere Befestigung erfolgt in einem Holzrahmen, welcher unter der Anschlagsohle liegt und die entsprechenden Löcher zur Durchführung der Seile genau an den erforderlichen Stellen erhält; der Rahmen wird in den Schachtstössen festgekeilt, die durch die Löcher hindurchgeführten Seile werden mit Klemmschrauben festgeschraubt. Bei tiefen Schächten hat man auch die Seile unterhalb mit Gewichten von 30 bis 80 Centnern belastet. — Die Zahl der Leitseile ist verschieden. Am sichersten nimmt man 4 für jeden Föderkorb in der nach Fig. 519 angegebenen Anordnung; fast dieselbe Sicherheit bieten 3 Seile für jeden Korb, geringer ist dieselbe, wenn jeder Korb nur zwei Leitseile an 2 gegenüberliegenden Seiten oder gar nur eins hat, in welchem letzteren Falle in der Mitte zwischen beiden Körben zwei Schutzseile angebracht sind, welche den Zusammenstoss der Körbe verhindern sollen. — Wegen der Schwankungen und des möglichen Untergreifens der Förderkörbe muss man den Zwischenraum zwischen den beiden Leitungstrümen möglichst gross nehmen, und, da bei grösserer Tiefe die Schwankungen um so grösser werden, muss der Zwischenraum hier um so weiter genommen werden; derselbe schwankt zwischen 314 und 471 Millimeter, beträgt aber in einem Falle in England 789 Millimeter.

Die Nothwendigkeit dieses freien Spielraums spricht zum Nachtheil der Seilleitung, da gegenüber den Holzleitungen eine Raumersparniss im Schachte ganz verschwindet, sie kann aber und wird fast völlig beseitigt durch Straffhalten der Leitseile, was bei sorgsamer Bewartung leicht zu ermöglichen ist. — Die Führung der Körbe erfolgt durch Büchsen oder Ringe, welche aussen an den Korbrahmen angeschraubt und welche so gestellt sind, dass die an den inneren Seiten beider Körbe befindlichen sich nicht berühren können; jedes Seil wird durch zwei solcher, über einander stehender Büchsen gefasst. Dieselben sind aus Gussstahl oder auch, wie auf dem Achenbach-Schacht bei Stassfurt, aus Phosphorbronce[241a]) gefertigt. Um die Körbe leicht von den Seilen trennen zu können, empfehlen

Fig. 521.



sich die auf der Grube Morkwearmouth bei Sunderland angewendeten Büchsen, Fig. 520, welche zugleich das Eingiessen von Schmiere gestatten. — Die obere Befestigung der Leitseile erfolgt in den meisten Fällen an den oberen Querbalken der Seilscheibengerüste; in selteneren Fällen sind besondere Gerüste zur Befestigung der Leitseile vorhanden. Dieselbe erfordert einige Aufmerksamkeit sowohl wegen des Zuges und der Belastung des Gerüstes durch die Seile, als wegen der Erschütterungen durch die Schwankungen beim Fördern. — Um den Förderkörben bei der Ankunft auf der Hängebank eine solide Führung zu geben, hat man folgende Einrichtung getroffen. Jeder Korb trägt in der Mitte des unteren Rahmens einen eisernen Zapfen a, Fig. 521, welcher an der Hängebank in den an dem oberen Holzrahmen angebrachten, nach Oben und Unten erweiterten,

---

241a) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 200.

eisernen Schuh b einläuft; an denselben Holzrahmen sind in dem Raum zwischen beiden Körben starke eiförmige Hölzer c angebracht, an welchen Leitklötzchen d sitzen und an welchen die Ecken der Förderkörbe anstreichen, so dass jeder Förderkorb durch 3 Festpunkte in die richtige Stellung gebracht wird. Die Aufsetzvorrichtungen unterscheiden sich nicht von denen bei festen Leitungen. Diese Einrichtung ist vollständig genügend und gestattet, die Geschwindigkeit noch früher zu hemmen, als es bei festen Leitungen geschieht. Auf den Anschlagsohlen ist die Einrichtung dieselbe, wie auf der Hängebank. Wenn aber Mittelsohlen vorhanden und diese mit derselben Einrichtung versehen sind, können die Leitschuhe und Leitklötze beim Vorbeifördern mit voller Geschwindigkeit zu heftigen Schlägen in den Förderkörben Veranlassung geben. Man hat deshalb die Schuhe b nach Unten bedeutend erweitert und verstärkt, um das Durchlaufen der Zapfen a möglichst allmälig zu bewerkstelligen; am besten ist es, wenn man die Schuhe und Leitklötze an den Mittelsohlen, sobald aus diesen nicht gefördert wird, gänzlich beseitigen könnte. — Da sich die Schwankungen der Förderkörbe den auf ihnen stehenden Förderwagen mittheilen, muss man den Verschluss der Förderkörbe möglichst solide machen und den Wagen den geringsten Spielraum geben, um deren Hin- und Herrollen zu verhindern. — Die Kosten der Drahtseilleitung sind fast um die Hälfte geringer, als die der Holzleitung, abgesehen von den zu den letzteren erforderlichen Einstrichen, 1 Meter kostet ca. 9 Mark, während 1 Meter Holzleitung ca. 17 Mark kostet; ausserdem braucht man zu 100 Meter Leitung 2 bis $2^1/_2$ Tage Arbeit, während für die gleiche Länge Holzleitung 6 bis 7 Tage Arbeit erforderlich sind. Auf dem ganz nach englischem Muster niedergebrachten und eingerichteten Schachte der Steinkohlengrube Erin bei Castrop in Westfalen[242]) war die Führung der Förderkörbe durch 4 Drahtseile von 32,5 Millimeter Stärke bewirkt, welche oben im Schachtthurme befestigt sind und lothrecht im Schachte niederhängend unter der Anschlagsohle mit Gewichten von 30 Centnern beschwert sind. Die Förderkörbe tragen an jeder Ecke, oben und unten Tüllen von Rothguss, von denen je zwei ein Seil umfassen; zur Verminderung der Reibung werden die Seile mit einer Mischung von Talg und Theer häufig geschmiert. Der Spielraum zwischen beiden Förderkörben beträgt 314 Millimeter. Ein Schwanken der Seile im Schachte soll kaum bemerkbar sein. — Auch auf der früher von derselben englischen Verwaltung betriebenen Steinkohlengrube Hansa hat sich die Drahtseilleitung bereits bewährt[243]). — Desgleichen hat man dieselbe in Oberschlesien auf der Königsgrube und Königin Louise-Grube eingeführt. Auf Königsgrube sind auf dem Bismarck-

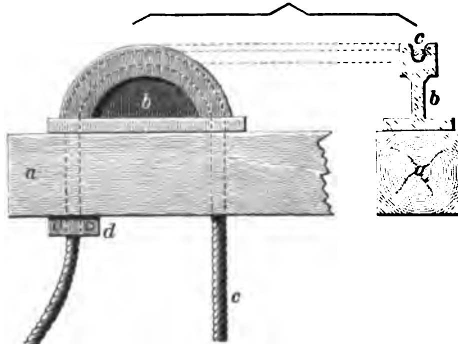
---

242) Der Berggeist. Köln 1869. S. 216. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 247.

243) Der Berggeist. Köln 1871. S. 455. 467. — Glückauf. Essen 1871. No. 38.

schachte I vier Seile angebracht; die Förderung geht seit dem ersten Augenblick der Benutzung der Drahtseilleitung ohne alle Störung vor sich[244]). Die Seile c sind oben durch Lagerbalken a, Fig. 522, welche auf dem Seilscheibengerüst liegen, geführt und über eine mit einer Nute versehene halbkreisförmige Scheibe geleitet, sie werden mit dem Ende gleichfalls durch den Lagerbalken hindurchgelassen, an dessen unterer Seite mittelst der Klemmschraube d festgeklemmt, während das Ende verloren im Schachtthurme befestigt wird. Unten im Schachte werden die Seile durch einen Holzrahmen hindurchgeführt und mittelst Scheibengewichte, welche für

Fig. 522.



jedes Seil 25 Centner betragen, belastet und angespannt. Sobald die Spannung nachlassen sollte, wird die Klemmschraube gelöst, das Seil angezogen und die Schraube wieder festgeklemmt. — Auf dem Skalleyschacht der Königin Louise-Grube hat man gleichfalls 4 Drahtseile zur Leitung angebracht. Hier sind die Seile unten im Schachte sicher an der Schachtzimmerung befestigt, während die Spannung durch eine Vorrichtung über Tage, welche vom Oberbergrath Broja angegeben ist, bewirkt wird. Fig. 523. Durch die Lagerbalken a für das Schraubengewinde b, welches durch die Schraubenmutter c festgestellt wird. Das Schraubengewinde verlängert sich nach Unten in eine ausgekehlte Backe d, welcher eine zweite ausgekehlte Backe e entspricht. Zwischen beide Backen wird das 26 Millimeter starke Seil f f eingelegt. Zur Befestigung werden beide Backen mit den Klemmschrauben g g umlegt, welche in der aus Fig. 524 ersichtlichen Weise angezogen werden. Sobald das Seil an Spannung verliert, werden die Klemmschrauben gelüftet, das Seilende f, wird angezogen, worauf man die Klemmschrauben wieder festlegt. Die Leitung gewährt eine völlig ruhige Bewegung des Fördergestells. — Auf Bismarckschacht II der Königsgrube hat man für jedes Fördertrum nur 2 Drahtseilleitungen eingebaut, welche in der Diagonale gegenüber stehen und volle Sicherheit bei der Förderung gewähren. — Auf der Grube zu Wérister in Belgien sind drei Seilleitungen

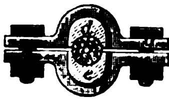
---

[244]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 108.

angebracht, von denen zwei auf der einen Langseite des Fördergestells, die dritte in der Mitte gegenüber auf der anderen das Gestell führen[245]).

Heydon will die Belastungsgewichte zur Anspannung der Drahtseile durch Wasserdruck ersetzen, indem er die Kolbenstange eines Kolbens in einem Druckwassercylinder

Fig 524.



mit dem Drahtseil verbindet und auf den Kolben eine Wassersäule wirken lässt, welche in einem Gasrohr von Tage nieder zum Kolben geführt wird[246]).

Die Fördergestelle sind zu einer oder mehreren Etagen eingerichtet, die letzteren bis zu 4 Etagen in Belgien und England, bei uns noch nicht in ausgedehntem Gebrauch, jedenfalls auf Steinkohlengruben beschränkt. Auf jeder Etage (auch bei den einetagigen Gestellen) hat man bald nur einen Wagen, bald zwei und diese wieder neben oder hinter einander aufgestellt. Es wird die Ansicht ausgesprochen, dass das An- und Abschlagen am wenigsten Zeit in Anspruch nehme, wenn die Wagen neben einander stehen; am besten sei es, wenn 4 Wagen auf der Schale stehen,. 2 neben, 2 hinter einander; erst wo die Dimensionen des Schachtes dies nicht gestatten, solle man zu mehren Etagen übergehen[247]).

Bei nicht grossen Geschwindigkeiten haben die Gestelle die einfache Gestalt von Förderschalen mit dreieckig geformten Seitenwangen, wie z. B. auf den Gruben

Fig. 523.



[245]) Revue universelle. Tome 4. p. 206.

[246]) Dingler polyt. Journal. Bd. 225. S. 103.

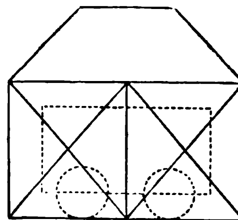
[247]) Glückauf. Essen 1872. No. 9. — Berggeist. Köln 1872. S. 148.

bei Edinburgh vorkommen[248]) und neuerdings noch besonders empfohlen werden[249]).

Für grössere Fördermassen und bedeutendere Geschwindigkeit giebt man dem Gestell besser die Gestalt von Gerippen, welche selten aus Holz allein, wohl aber aus Holz und Eisen, am besten aus Eisen allein construirt werden, wozu Winkeleisen und T-Eisen besonders geeignet ist[250]). Auf der Grube Pendleton bei Manchester hat man 3 Etagen, jede zu zwei neben einander stehenden Wagen; das Gestell besteht aus 4 Rahmen von Winkeleisen 2 Millimeter stark, 8 Centimeter hoch; auf jeder Seite befinden sich 3 Schienen von 8 Centimeter Breite, 13 Millimeter Dicke; die ganze Höhe beträgt 4,289 Meter, die Breite 0,994 Meter; die Schurzketten des Seils greifen an den 4 Ecken an; das Gewicht des Gestells beträgt 25 Ctr., der 6 leeren Wagen 18 Ctr., deren Ladung 42 Ctr., also die ganze Last 85 Ctr. Aehnliche Etagegestelle aus Winkelschienen und T-Eisen hat man auf den Steinkohlengruben bei Stiringen, auch auf dem Skalleyschacht der Grube Dudweiler bei Saarbrücken, welche 4 Etagen, jede zu 1 Wagen haben und 36 Centner wiegen, wo aber Fangvorrichtung und Puffer mitgewogen sind. Auf der Reservegrube bei Eschweiler hat man ein Gestell zu 2 Wagen von je 7 Scheffel Ladung; das Ganze wiegt 20 Centner, das Gerippe nur $6^2/_3$ Centner d. i. nur 24 Procent.

Bei einer Etage wählt man nach Oben pyramidal verlaufende Form, Fig. 525, welche ganz zweckmässig ist und dem Seil einen guten Angriffspunkt in der Mitte gewährt, während bei den parallelepipedischen Etagenkörben das Seil meist mit 4 Schurzketten in den Ecken angreift.

Fig. 525.

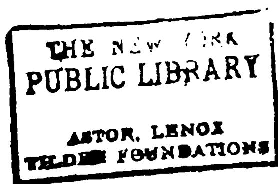


Die Gestelle sind nach beiden Seiten offen, wenn durchgeschoben wird, was auf Steinkohlengruben die Regel sein soll; alsdann ist aber ein Verschluss nothwendig, welcher nur beim Abziehen und Wiederaufschieben der Wagen geöffnet wird, während des Auf- und Niederganges aber geschlossen bleiben muss, weil sonst die Wagen vom Gestelle abrutschen und gegen die Schachtstösse schlagen würden. Der Verschluss besteht einfach in Fingern oder Hebeln, welche an der einen Seite ein Charnier

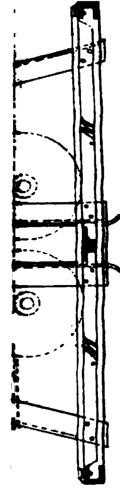
[248]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 86.

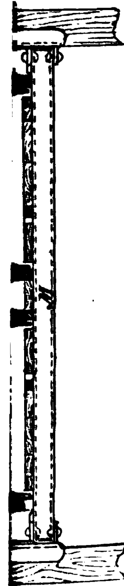
[249]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 263.

[250]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 85.



zu Seite 133.





haben, an der andern in eine Krampe eingelegt und Behufs des Oeffnens aufgerichtet oder nach vorn geöffnet werden; sie sitzen am Boden oder an der Seite oder oben; nöthigenfalls kann man den vorderen und hinteren Verschluss an einer Welle anbringen, um beide gleichzeitig zu öffnen[251]). Bei einem Etagenkorb mit 2 Etagen auf der Grube Anna bei Aachen, wo nach verschiedenen Seiten abgezogen wird, hat man eine Welle unter dem mittleren Boden mit um 180 Grad gedrehten Fingern, so dass der Wagen der unteren Etage oben, der oberen Etage unten festgehalten wird.

Auf der Grube Reden bei Saarbrücken[252]) hat man einen selbstwirkenden Verschluss am Boden des Gestells angebracht. Zwei kreuzförmig gestellte, an den Enden nach Aussen geschwungene Eisenstäbe an jeder Seite des Gestellbodens drehen sich um eine gemeinschaftliche Achse, die unteren Enden sind schwerer als die oberen, so dass während des Förderns die Stäbe ziemlich steil herabhängen und dem Wagen den Austritt aus dem Gestell verhindern, Fig. 526. Beim Aufsetzen des Gestells werden

Fig. 526.

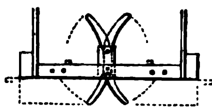
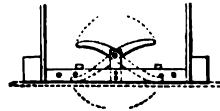


Fig. 527.



die unteren Enden der Stäbe seitwärts geschoben, welche dadurch eine flachere Lage annehmen, so dass die Wagen über sie fortgeschoben werden können, Fig. 527. Sobald die Unterstützung aufhört, kehren die Stäbe in ihre steile Stellung zurück und verschliessen das Gestell.

Fördergestelle (Förderkörbe, Förderschalen) sind in mannigfacher Construction von verschiedenen Punkten her bekannt geworden, von welchen folgende erwähnt werden.

Für 2 nebeneinanderstehende Wagen ist vom Maschinenmeister Schönemann auf der Gerhardgrube bei Saarbrücken folgendes zweckmässige Fördergestell construirt worden[253]). Der untere Rahmen des Gestells ist von U-Eisen MM (Fig. 528, 529, 530) zusammengesetzt und durch Querstreben NN aus Winkeleisen, sowie durch 6 Flügelschienen LL verstärkt, von denen 4 das Geleise für die beiden aufzunehmenden Wagen bilden, während die beiden anderen so zwischen den beiden Geleisen liegen, dass auch nur ein Wagen genau in die Mitte des Gestells eingeschoben werden kann. Die seitlichen Strebeverbindungen g′g′ und die Leitschuhe gg sind aus Winkeleisen gefertigt und verbinden den Rahmen mit dem oberen Hauptquerstück. Dieses besteht aus zwei Blechtafeln rr, welche so vernietet sind, dass sie 105 Millimeter Entfernung von einander behalten und an den

[251]) Herold a. a. O. S. 47.

[252]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9A. S. 188.

[253]) Hauchecorne a. a. O. S. 79.

Enden umgebogen an den Blechen z festsitzen, an welche zugleich die Streben und Schuhe durch Nieten befestigt sind. An den Blechtafeln sind auch die Bügel für die Zwieselketten PP und die Versteifungsstreben z^2z^2 befestigt. Das Seil ist mit den Zwieselketten durch eine mittelst Bolzen gehaltene Rolle, Fig. 528, verbunden. Zum Festhalten der Wagen innerhalb des Gestells dienen die Bügel $z''z^3$, Fig. 530, welche die Anschläger zu öffnen und zu schliessen haben.

Auch auf den Gruben von Blanzy[254]) hat man Förderkörbe zu zwei neben einander stehenden Wagen in einer Etage, welche man den mehretagigen Körben vorzieht, weil das Aufstossen und Abziehen der Wagen leichter und schneller von Statten geht. Die Figuren 531, 532, 533 erläutern die Construction des Gestells.

Auf dem Dechenschacht II der Heinitzgrube bei Saarbrücken hat Pinno einen Förderkorb mit 2 Etagen, auf deren jeder 2 Förderwagen neben einander stehen, also für 4 Wagen construirt[255]), welche zusammen ein Gewicht von 20 Centner und beladen von 40 Centner haben. Der Bodenrahmen jeder Etage ist aus U-Eisen zusammen gesetzt; auf der Querseite liegen 4 Stück U-Eisen a, b, c, d, welche durch Laschen mit den U-Eisen e, f auf der Langseite vernietet sind (Fig. 534, 535, 536, 537). Dieser Rahmen ist mit einer schmiedeeisernen Platte überdeckt, auf welcher die Einlenkschienen g g h zur Aufnahme der Förderwagen liegen. Das obere Hauptquerstück besteht aus den beiden U-Eisen i i, welche durch 4 Hängestangen k k, gleichfalls U-Eisen, mit den beiden Bodenrahmen verbunden sind; zur grösseren Stabilität sind auf jeder Seite 2 Blechplatten ll unter die Hängestangen k gelegt und mit den beiden Bodenrahmen vernietet. Ausserdem ist der obere Bodenrahmen mit dem oberen Hauptquerstück auf jeder Seite durch 2 Flachschienen m m verbunden. Die Leitschuhe n n sind aus Winkeleisen gefertigt. Zum Festhalten der Förderwagen innerhalb des Gestells dienen die von dem Anschläger zu handhabenden Riegel u, welche auf einer in 2 Oesen beweglichen Welle p sitzen.

Auf der Förderanlage der Grube Neu-Laurweg im Wormrevier bei Aachen[256]) ist ein einfaches Fördergestell angewendet, welches aus einem oberen und unteren schmiedeeisernen Rahmen besteht, welche beide durch Flach- und T-Eisen verbunden sind; zwischen den letzteren sind zur grösseren Stabilität eiserne Querbalken angebracht, so dass eine Verschiebung oder Veränderung der rechtwinkeligen Form unmöglich ist. Der Boden des Gerippes ist mit Eichenbohlen belegt, auf welchen zwei Schienen zum Auffahren des Förderwagens liegen. Das Dach besteht, da in diesem

[254]) Burat: les houillères en 1868. Paris. p. 104.

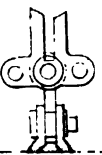
[255]) Pinno: Beschreibung eines Etagenförderkorbes mit Fangvorrichtung in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 40.

[256]) Wagner: Die Schachtförderung auf Neu-Laurweg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 82.

Fig. 531.



Fig. 533.



Enden umgebogen an den Blechen z festsitzen, an welche zugleich die Streben und Schuhe durch Nieten befestigt sind. An den Blechtafeln sind auch die Bügel für die Zwieselketten PP und die Versteifungsstreben z^2z^2 befestigt. Das Seil ist mit den Zwieselketten durch eine mittelst Bolzen gehaltene Rolle, Fig. 528, verbunden. Zum Festhalten der Wagen innerhalb des Gestells dienen die Bügel $z''z^3$, Fig. 530, welche die Anschläger zu öffnen und zu schliessen haben.

Auch auf den Gruben von Blanzy[254]) hat man Förderkörbe zu zwei neben einander stehenden Wagen in einer Etage, welche man den mehretagigen Körben vorzieht, weil das Aufstossen und Abziehen der Wagen leichter und schneller von Statten geht. Die Figuren 531, 532, 533 erläutern die Construction des Gestells.

Auf dem Dechenschacht II der Heinitzgrube bei Saarbrücken hat Pinno einen Förderkorb mit 2 Etagen, auf deren jeder 2 Förderwagen neben einander stehen, also für 4 Wagen construirt[255]), welche zusammen ein Gewicht von 20 Centner und beladen von 40 Centner haben. Der Bodenrahmen jeder Etage ist aus U-Eisen zusammen gesetzt; auf der Querseite liegen 4 Stück U-Eisen a, b, c, d, welche durch Laschen mit den U-Eisen e, f auf der Langseite vernietet sind (Fig. 534, 535, 536, 537). Dieser Rahmen ist mit einer schmiedeeisernen Platte überdeckt, auf welcher die Einlenkschienen g g h zur Aufnahme der Förderwagen liegen. Das obere Hauptquerstück besteht aus den beiden U-Eisen i i, welche durch 4 Hängestangen k k, gleichfalls U-Eisen, mit den beiden Bodenrahmen verbunden sind; zur grösseren Stabilität sind auf jeder Seite 2 Blechplatten l l unter die Hängestangen k gelegt und mit den beiden Bodenrahmen vernietet. Ausserdem ist der obere Bodenrahmen mit dem oberen Hauptquerstück auf jeder Seite durch 2 Flachschienen m m verbunden. Die Leitschuhe n n sind aus Winkeleisen gefertigt. Zum Festhalten der Förderwagen innerhalb des Gestells dienen die von dem Anschläger zu handhabenden Riegel u, welche auf einer in 2 Oesen beweglichen Welle p sitzen.

Auf der Förderanlage der Grube Neu-Laurweg im Wormrevier bei Aachen[256]) ist ein einfaches Fördergestell angewendet, welches aus einem oberen und unteren schmiedeeisernen Rahmen besteht, welche beide durch Flach- und T-Eisen verbunden sind; zwischen den letzteren sind zur grösseren Stabilität eiserne Querbalken angebracht, so dass eine Verschiebung oder Veränderung der rechtwinkeligen Form unmöglich ist. Der Boden des Gerippes ist mit Eichenbohlen belegt, auf welchen zwei Schienen zum Auffahren des Förderwagens liegen. Das Dach besteht, da in diesem

---

[254]) Burat: les houillères en 1868. Paris. p. 104.

[255]) Pinno: Beschreibung eines Etagenförderkorbes mit Fangvorrichtung in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 40.

[256]) Wagner: Die Schachtförderung auf Neu-Laurweg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 82.

Fig. 531.



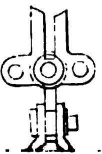
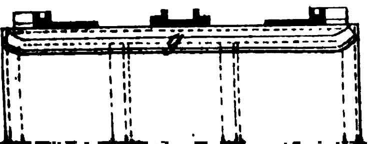
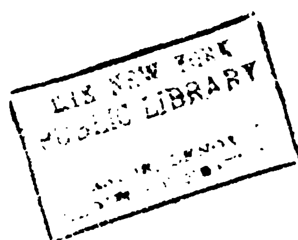


Fig. 533.

Fig. 534.





Gerippe auch Menschen fahren, gleichfalls aus Eichenbohlen, ausserdem sind die Seiten mit Flacheisen vergattert. Der Wagen wird durch schmiedeeiserne Bügel gehalten, welche beim Abziehen gehoben und in Haken, die an dem Dach des Gerippes hängen, eingelegt werden.

Eine eigenthümliche Construction hatte der Förderkorb auf dem Krugschacht der Königsgrube in Oberschlesien erhalten[257]). Man war hier wegen des engen Schachtes genöthigt, die geringsten Dimensionen für das Eisen des Gerippes zu wählen und konnte deshalb weder Winkel- noch U-Eisen anwenden, weshalb man dasselbe aus Flacheisen von 78 Millimeter Breite und 16 Millimeter Stärke construirte und im Innern ganz mit Eisenblech von 6 Millimeter Stärke auskleidete. Der Korb wurde zu zwei Etagen mit je zwei Förderwagen, im Ganzen also zu (40 Centner) 2000 Kilogramm nutzbarer Ladung hergerichtet, erhielt eine Fangvorrichtung nach der Construction von White und Grant und zur Vermeidung des Stosses beim Aufsetzen am Fusse Gummipuffer. Das Gewicht der Förderschale betrug 3550 Kilogramme und mit 4 beladenen Förderwagen 6950 Kilogramme. Zur Führung an der hölzernen Leitung sind auf den beiden kurzen Seiten drei über einander stehende Leitungsschuhe aus U-Eisen angebracht. Eine solche Förderschale kostet 2490 Mark. Es würde von Interesse sein, diese von der gewöhnlichen Construction abweichende durch Zeichnungen zu veranschaulichen; die Einrichtung hat sich aber nicht bewährt, weshalb davon abgestanden wird. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Last, welche durch die 2 beladenen Förderwagen in der oberen Etage ausgeübt wird, zu gross ist und in der unteren Etage Ausbauchungen veranlasst, welche den Fortgebrauch der Förderschale unmöglich machen, weshalb dieselbe bereits wieder abgeworfen ist. Man hat statt dessen sehr einfache Fördergestelle zu 2 Etagen, jede für zwei hinter einander stehende Förderwagen eingebaut. Dieselben bestehen aus drei Holzrahmen, welche an den Ecken schwalbenschwanzförmig zusammengeblattet sind, der untere bildet den Boden für die untere, der zweite für die obere Etage, der dritte Rahmen bildet den Träger für das Blechdach. Alle drei Rahmen sind durch je 3 flache Schienen auf jeder Langseite mit einander verbunden, von denen die mittlere 105 Millimeter breit, 33 Millimeter stark, die an den beiden Seiten 78 Millimeter breit und 33 Millimeter stark sind. Auf jeder Langseite sind auf solche Weise 4 Felder gebildet, welche mit 2 Millimeter starkem Eisenblech verkleidet sind, welches durch Winkeleisen an die Holzrahmen oben und unten befestigt ist. An den kurzen Seiten sind an jedem Rahmen Leitungsschuhe aus U-Eisen angebracht. Die Fangvorrichtung ist fortgelassen, um den oberen Theil nicht schwerer, als den unteren herzustellen, wodurch das Ausbau-

---

[257]) v. Hauer: Ueber Förderungsdampfmaschinen in Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 323. — Desgl. in Dingler·polyt. Journal. Bd. 198. S. 277. — Desgl. Berggeist. Köln 1870. S. 586.

chen der Bleche in der unteren Etage vermieden ist. Das Gewicht des leeren Fördergestells beträgt 2250 Kilogramme, mit 4 beladenen Förderwagen 5150 Kilogramme.

Auf den Gruben bei Saarbrücken wendet man mit grossem Vortheil Fördergestelle aus Stahl in ⊥-, T- und U-Formen, wodurch die Bruttolast bei der Förderung wesentlich verringert und die Dauerhaftigkeit der Gestelle bedeutend vergrössert wird[258]. Auch in England und Belgien finden stählerne Fördergestelle ausgedehnte Anwendung[259].

Edwards zu Wednesbury in Staffordshire hat sich ein aus Röhren zusammengesetztes Fördergestell patentiren lassen[260]. Dasselbe ist nur

Fig. 538.

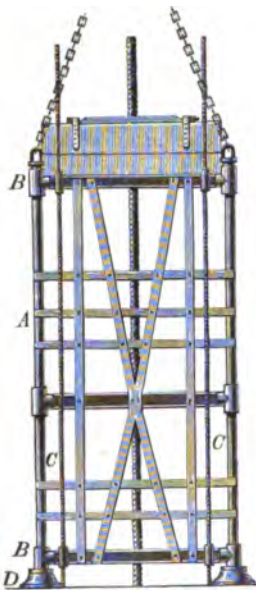


Fig. 539.

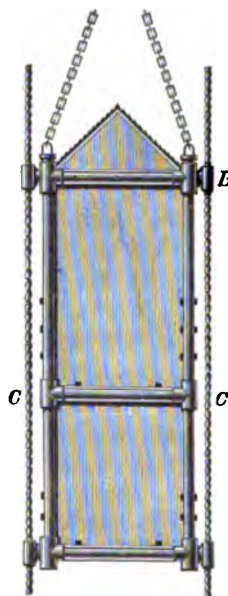


Fig. 540.



halb so schwer, wie andere eiserne Fördergestelle, während es eben so fest und viel dauerhafter ist, auch ist es nicht so leicht Brüchen ausgesetzt als die Fördergestelle, deren Theile durch Nieten zusammengesetzt sind. Der Rahmen des Fördergestells wird aus Röhren A, Fig. 538, 539, und schmiedeeisernen Winkelstücken B gebildet, welche mittelst rechts- und linksgängigen Schrauben verbunden sind, so dass sie ein Ganzes bilden. Sie laufen an Drahtseilleitungen C und stehen auf 4 Füssen D von 78 Milli-

---

258) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 250.

259) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 354.

260) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 94. p. 250. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1871. S. 829. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1871. S. 443.

meter Durchmesser, welche auf 4 Federpuffer treffen, die auf den Schwellen des Schachts befestigt sind, wodurch das harte Aufsetzen des Gerippes unmöglich gemacht werden soll. Die Röhren sind etwa 65 Millimeter im Durchmesser. Man kann solche Gestelle in beliebiger Grösse herstellen, auch mit einer oder mehr Etagen. Fig. 540 zeigt einen horizontalen Zwischenboden oder den unteren Rahmen, auf den die Wagen aufgeschoben werden.

Andere Constructionen von Fördergestellen werden noch mit den Fangvorrichtungen zu erwähnen sein.

2. Für tonnlägige Schächte.

a. Besondere Schachtgefässe sind meist parallelepipedische Kasten, welche mit Spurrollen versehen sind und mit diesen zwischen zwei Leitbäumen laufen; die Kasten sind oben horizontal abgeschnitten, damit die Massen nicht herausfallen können, Fig. 541. In anderen Fällen hat man

Fig. 541.

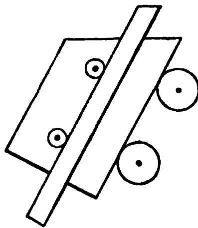
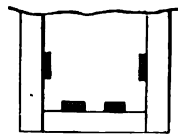


Fig. 542.



den Kasten englische Räder gegeben und lässt sie auf Gestänge laufen, bringt ausserdem aber noch seitwärts Streichbäume an, für welche dann wohl noch besondere Spurrollen vorhanden sind, Fig. 542.

b. Wagen gehen direct im Schachte, wenn dessen Neigung nicht zu gross ist, nöthigenfalls werden mehrere zu einem Zuge an einander gereiht, wie dies auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken u. a. a. O. in grosser Ausdehnung stattfindet[261]).

Hierbei hat man zu erwägen, dass beim Anschlagen solcher Züge nicht die letzten Wagen mit ihrem ganzen Gewicht an dem oberen Haken hängen, was man durch Verbindungsketten, an denen jeder einzelne Wagen angeschlossen wird, auszugleichen sucht; auch hat man Vorkehrungen zu treffen, um Entgleisungen zu verhindern und Rad- und Achsenbrüche unschädlich zu machen.

c. Die in flachen Schächten angewendeten Gestelle sind je nach

---

[261]) Schönemann: Einrichtung und Betrieb der flachen Förderschächte in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 6. S. 33. — Desgl. in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. C. Hartmann. Quedlinburg 1862. S. 165. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11 A. S. 263.

Neigung ähnlich denen in seigeren Schächten oder Bremsbergen; den Etagenkörben entsprechen Gestelle, in denen die Wagen terrassenförmig über einander stehen, doch hat man selten deren mehr als zwei, weil das An- und Abschlagen schwierig ist. Dies ist vermieden durch das von Westmeyer construirte Gestell auf der Steinkohlengrube Nachtigall bei Witten, wo in jeder Neigung des Gestells jeder einzelne Wagen eine horizontale Stellung hat[262]).

b. Verbindung der Last mit der Maschine.

Die Verbindung der Last mit der Maschine erfolgt durch Seile, selten durch Ketten.

1. Seile.

Als Material wird zu den Seilen Hanf, Aloe, Eisendraht oder Stahldraht, in neuerer Zeit auch Phosphorbronce benutzt, der Form nach unterscheidet man runde und platte Seile.

Die gewöhnlichen runden Hanfseile werden angefertigt, indem man den gehechelten Hanf zu Fäden oder Garn spinnt, daraus Schnüre oder Litzen dreht und diese zum Seile zusammenfügt; 8 bis 10 Fäden bilden eine Litze, 3 bis 4 Litzen ein Seil; starke Taue werden aber aus mehren Seilen zusammengedreht. Vier- und mehrlitzige Seile erhalten eine Hanfseele, damit eine gleichmässig schraubenförmige Windung der Litzen eintritt. Den Drehungswinkel nimmt man zu 30 bis 50 Grad.

Runde Aloeseile kommen bei der Grubenförderung selten vor, platte Aloeseile sind sehr verbreitet in Belgien und Frankreich, auch platte Hanfseile sind nicht ungebräuchlich; solche platte Seile oder Bandseile bestehen stets aus mehren verschieden gedrehten Rundseilen, welche zusammengenäht werden. Die Bandseile haben den Vorzug, dass in ihnen die Torsion aufgehoben ist, dass sie grössere Widerstandsfähigkeit haben und geringere Steifigkeit besitzen, als die Rundseile; bis zu gewissem Grade findet bei ihnen eine Ausgleichung der Seillast statt, sie sind aber nur anwendbar bei Seiltrommeln mit liegender Achse.

Die Seile aus Pflanzenfaser müssen getheert werden, entweder im fertigen Zustande oder für sehr nasse Schächte schon in den Fäden, Hanf absorbirt 17 Procent, Aloe 13 Procent Theer dem Gewichte nach. Durch das Theeren vermindert sich zwar die Tragkraft, die Dauer der Seile aber steigt, ebenso verstärkt festeres Drehen die Dauer, weil das Eindringen des Wassers dadurch erschwert wird. Versuche bei einer Concurrenz in Arnheim[263]) ergaben, dass das Theeren der Hanfseile die Festigkeit gegen

---

[262]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 193.

[263]) Dingler polyt. Journal. Bd. 234. S. 490. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 244.

Zug verringert, jedoch diese Festigkeit dauernder macht, weil das Seil gegen Einflüsse der Feuchtigkeit geschützt wird. Der Grad des Theerens hat sich bei diesen Versuchen zu 15 Procent des Seilgewichts als zweckmässig erwiesen. — In trockenen Schächten und bei trockener Witterung werden Aloeseile leicht zu biegsam und dehnen sich so sehr aus, dass die Verbindungsnähte leicht aufreissen. Man befeuchtete deshalb auf der Grube Graf Beust in Westfalen das flache Aloeseil in seiner ganzen Breite mittelst Wasser, welches aus Brausen zugeführt wurde, wodurch die Seile steif blieben und ihre Haltbarkeit behielten[264]). Auf der holländischen Gouvernementsgrube hat man vorzügliche Resultate mit Aloebandseilen erzielt, dieselben haben mehr als 6 Jahre ohne Reparatur gelegen; man hat sie nach je 3 Monaten mit heissem Oel und Ochsenfett tüchtig eingeschmiert[265]).

Eine Vergleichung der Hanf- und Aloeseile ergiebt nach Ponson[266]), dass bei gleichem Volumen Hanf etwa 14 Procent mehr trägt, als Aloe, das letztere aber hat nur 0,877 Gewicht des Hanfes; äusserlich getheerter Hanf verlor nach 4 Monaten im Meerwasser $^5/_6$, Aloe nur $^1/_2$ der Tragkraft. In trockner Luft ist Hanf, äusserlich getheert, vorzuziehen, in Fäden getheert hält sich Aloe besser, da dieselben vom Theer nicht angegriffen werden. Nach Felten und Guilleaume[267]) wiegen Aloeseile bei gleichen Dimensionen etwa $^1/_4$ weniger als Hanf, haben aber $^1/_3$ geringere Tragkraft. Nach Erfahrungen auf der Steinkohlengrube Grand Hornu in Belgien[268]) haben sich Aloeseile in feuchter Grubenluft stockig und mürbe, in ganz trockner Luft aber spröde gezeigt, auch in der Nähe der Seiltrommeln gelitten, scheinen hiernach also nur für ganz nasse Schächte zu empfehlen zu sein. Seile von getheertem, rheinischem Spleisshanf hatten 10 Procent grössere Tragkraft und hielten sich besser; am besten hatten sich hier die von Vennemann in Bochum fabricirten Stahldrahtseile bewährt, welche nur $^1/_3$ der Hanfseile wiegen und nicht krystallinisch werden können, wie Eisendrahtseile.

Drahtseile sind eine deutsche Erfindung, angegeben durch den Obergrath Albert am Harz am Anfang der dreissiger Jahre, um die bei zunehmender Tiefe der Baue immer schwerer werdenden, kostbaren Treibketten zu ersetzen[269]); doch soll schon im Jahre 1822 in einer Steinkohlengrube im Rive de Gier ein in Lyon fabricirtes, aus Eisendraht geflochtenes Seil in Verbindung mit Pferdeförderung in einer einfallenden Strecke an-

---

264) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 108.

265) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 161.

266) Ponson t. III. p. 162.

267) Der Berggeist. Köln 1860. S. 788.

268) Ebenda. 1861. S. 495.

269) Albert: Ueber Treibseile am Harz in Dr. Karsten Archiv. Berlin 1837. Bd. 10. S. 215.

gewendet sein[270]). Die Drahtseile sind billiger als Hanf- und Aloeseile und können für dieselbe Tragfähigkeit von geringerem Durchmesser sein.

Eisendraht wendet man geglüht oder ungeglüht an; durch Glühen wird zwar die Tragfähigkeit vermindert, zugleich aber auch die Sprödigkeit; so dass dergleichen Drähte weniger leicht reissen. Meistentheils findet man nicht ausgeglühte Drähte.

Runde Drahtseile bestehen aus 3 bis 6 Litzen, jede Litze aus 4 bis 8 Drähten; die Litzen erhalten häufig eine Hanfseele, jedenfalls aber giebt man dem Seil eine solche, um die Litzen regelmässiger sich aufwinden zu lassen. Zur Herstellung von Bandseilen näht man mit Draht die einzelnen Litzen zusammen, so dass dieselben unverletzt bleiben, oder man führt Nieten durch die ganze Breite des Seils, was aber, weil sich die Drähte an den Nieten reiben und deshalb leichter reissen, weniger zu billigen ist. Uebrigens hält man in England Bandseile sicherer, als Rundseile[271]). Auch auf den Steinkohlengruben bei Zwickau legt man grossen Werth auf die Anwendung von Bandseilen, weil sie eine geringere Dicke als Rundseile haben und deshalb kleineren Durchmesser der Seilkörbe und Seilscheiben gestatten, weil eine einfache Construction der Seilkörbe möglich ist, das Seil in der Ebene der Körbe und Seilscheiben bleibt, das Gewicht des herabhängenden Seilstücks ohne besondere Korbconstruction ausgeglichen wird[272]). Die Bandseile zu Zwickau bestehen aus 7 Rundseilen zu je 28 Litzen aus Gussstahl von 2 Millimeter Durchmesser[273]).

Die Stärke der Drähte ist wechselnd nach dem Durchmesser der Seile, geringer bei geringerem Durchmesser; für grosse Lasten nimmt man 2 bis 3 Millimeter starke Drähte, auch Gussstahldrähte wählt man 3 Millimeter stark. Von Erdmann wird empfohlen, dass man nur sehr dünne Drähte für die Seile verwenden und nicht über 5 Millimeter gehen solle, um die Biegsamkeit der Seile zu vermehren. Derselbe giebt den Eisendrahtseilen vor Gussstahldrahtseilen den Vorzug, weil die letzteren wegen geringerer Elasticität auch nur eine geringere Belastung gestatteten[274]).

Die Seile aus Draht werden gegen das Rosten durch Schmieren geschützt, was von Zeit zu Zeit erneuert werden muss; so nimmt man auf den Gruben bei Zwickau die Seile alle 4 Wochen ab und zieht sie durch eine Pfanne, welche mit gleichen Theilen Colophonium, Talg und Leinöl gefüllt und mittelst Kohlenfeuer erwärmt ist. Von der Scharleygrube in Oberschlesien wird eine dünnflüssige Schmiere, welche zu gleichen Theilen aus Steinkohlentheer, Holztheer und bestem Wagenfett besteht,

---

270) Combes a. a. O. t. III. p. 208.

271) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 83.

272) Der Berggeist. Köln 1872. S. 387. — Glückauf. Essen 1872. No. 31.

273) Glückauf. Essen 1871. No. 44. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 380.

274) Glückauf. Essen 1872. No. 9.

empfohlen; mit dieser werden Hanfwische getränkt, durch welche das Seil, indem es von der Maschine langsam auf- und abgewickelt wird, hindurchgleitet. Die Seile sollen durch diese Schmiere angeblich eine grosse Dauerhaftigkeit erlangen[275]. — Zum Reinigen und Schmieren der Seile wird folgender Apparat angegeben[275a]. Das Seil geht zunächst durch ein Paar feststehende flache Drahtbürsten, alsdann zwischen zwei rotirende Drahtbürsten hindurch. Die letzteren sind durch Zahnräder mit zwei darunter befindlichen Walzen in Verbindung gesetzt, welche mit weichem Material überzogen sind und das dazwischen geführte Seil straff halten; die Bürsten erhalten bei der Drehung der Walzen eine diesen entgegengesetzte Bewegung und bewirken so die Reinigung des Seiles. Zum Schmieren werden die Drahtbürsten gegen gewöhnliche Bürsten vertauscht, auf welche aus darüber angebrachten Gefässen das Schmiermaterial tröpfelt, und von welchen dasselbe auf die Seile übertragen wird.

Saure Wasser sind namentlich für Eisendraht, weniger für Gussstahldraht gefährlich, wogegen man die Seile durch Galvanisiren schützt, bei uns hin und wieder, häufiger in England[271], wo man auf den Centner Seil, welcher sonst 38 Mark kostet, für das Galvanisiren noch 5 Mark bezahlt. — Auf den Gruben bei Clausthal bewährten sich in sauren Wassern verzinkte Gussstahldrahtseile besser, als getheerte Eisendrahtseile[276].

Drahtseile, namentlich aus Eisendraht, reissen oft plötzlich ohne vorherige Anzeichen, was wahrscheinlich mit Molecularbewegungen in Folge der Stösse beim Anheben zusammenhängt; dies ist beim Stahldraht weniger zu befürchten. Jedenfalls bedingt dieser Umstand eine sorgsame Ueberwachung des Seils, wie auch der geringeren Biegsamkeit wegen die Drahtseile grosse Durchmesser der Trommeln und Seilscheiben bedürfen. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man Mittel gefunden, gerissene Drahtseile wieder zu flicken, indem man die gerissenen Stellen abhaut, demnächst die beiden Enden auf die Hälfte der Litzenzahl in einer Länge von 30 Meter zertheilt und sie kreuzweise so über einander legt, dass die Theilungspunkte beider Enden 20 Meter von einander entfernt sind; nunmehr werden von jedem Seilende eine aufgedrehte Hälfte nach ihrem früheren Schraubenwinkel in einander gedreht, so dass auf die Länge von 20 Meter das Seil in der früheren Dicke erscheint, während die beiden Enden, deren theilweise Zusammendrehung bewirkt ist, 10 Meter über die Verbindungsstelle, die unberührten beiden Seilenden aber 30 Meter hervorragen. Diese letzteren werden ebenfalls auf 10 Meter abgehauen, alle 4 Enden aber in ihre

---

[275]) Zeitschr. f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Organ des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1875. S. 23.

[275a]) Engineering. London. Vol. 33. p. 105. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 279. — Dingler polyt. Journal. Bd. 244. S. 280.

[276]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 250.

einzelnen Litzen aufgedreht und diese dann eine nach der anderen um das Seil gewickelt und in Zwischenrämen von $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Meter 3 bis 4 Mal durch das Seil gesteckt; die nach dem letzten Durchstich noch verbleibenden Drahtenden werden umgebogen und mittelst eines Hammers fest an das Seil geschlagen. Hierdurch erhält das Seil an den beiden Stellen, wo die erste Theilung stattfand, Wülste, welche aber der Haltbarkeit so wenig nachtheilig sind, dass derartig geflickte Seile noch mehre Monate ohne Anstoss in Gebrauch bleiben können[277]).

Der Querschnitt der Seile richtet sich nach der zu hebenden Last, welche zum Theil durch das eigene Gewicht des Seils gebildet wird und daher mit der Tiefe zunimmt; bei grossen Tiefen wendet man daher verschiedene Querschnitte an, namentlich bei Bandseilen[278]).

Praktische Zahlen liefert die Tabelle der Seilerei von Felten und Guilleaume in Köln, der Fabrik von Elliot und Comp. in London mit achtfacher Sicherheit ohne Rücksicht auf das Eigengewicht des Seils, der Fabrik von Newall und Comp. in Gateshead on Tyne mit siebenfacher Sicherheit, der Gebrüder Haggie ebendaselbst mit sechsfacher Sicherheit[279]). Eine eingehende Berechnung der Förderseile und eine Betrachtung der dabei zu Grunde zu legenden Verhältnisse hat Professor Hrabák zu Přibram angestellt, auf welche hier verwiesen wird[280]).

Auf den Gruben bei Freiberg haben sich gewöhnliche runde Eisendrahtseile besser bewährt als Seile von Draht mit Hanf umsponnen oder aus verzinktem Draht, welche beide im Effect gleich befunden sind, besser auch als Seile aus Gussstahldraht, welche den gewöhnlichen Eisendrahtseilen im Effect näher stehen, als die beiden anderen Varietäten[281]).

Namentlich in Rücksicht auf die Sicherheit der Seilfahrt der Belegschaft wird die Anwendung der Eisendrahtseile dringend empfohlen und ist in grosser Ausdehnung durchgeführt[282]); auch in Cornwall haben sich die Eisendrahtseile zum Vortheil des wirthschaftlichen Betriebes eingebürgert[283]).

---

[277]) Eichenauer in Dingler polyt. Journal. Jahrg. 1864. Bd. 171. S. 276.

[278]) Ponson t. III. p. 165. — Devillez: de l'exploitation de la houille à la profondeur d'au moins mille mètre. 2e édit. Liège 1859. p. 27.

[279]) Der Berggeist. Köln 1860. S. 788. — Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Dr. C. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 469. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 83. — Des Ingenieurs Taschenbuch, herausgegeben von dem Verein „Hütte". Berlin 1865. S. 375.

[280]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 2.

[281]) Richter: Versuche in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. 1863. S. 305.

[282]) Glückauf. Essen 1872. No. 43. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 519. — Dingler polyt. Journal. Bd. 206. S. 435. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 388.

[283]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 655.

In neuerer Zeit fängt man an den Seilen aus Gussstahldraht den Vorzug einzuräumen. Nach Versuchen, welche der Ingenieur Thometzek mit Gussstahldrähten und Gussstahldrahtseilen aus der Fabrik von Felten und Guilleaume in Köln angestellt hat, verbindet vor allen anderen das Gussstahldrahtseil das geringste Eigengewicht d. h. den geringsten Durchmesser und die billigsten Anschaffungskosten mit der grössten Tragfähigkeit[284]). Dem entsprechend breitet sich auch die Anwendung der Gussstahldrahtseile aus, so in Westfalen und auf den Saarbrücker Gruben, wo ihre Dauer und Haltbarkeit den Vorzug vor Eisendrahtseilen bewährt hat[285]). Dabei hat man in Westfalen die Erfahrung gemacht, dass sie mindestens einmal in jeder Woche geschmiert und beim geringsten Zeichen des Sprödewerdens der Drähte abgelegt werden müssen. Auf der Zeche Prosper in Westfalen hat man an Stelle eines Aloe-Bandseils, welches für den 385 Meter tiefen Schacht auf der Seiltrommel wegen seiner Dicke nicht mehr untergebracht werden konnte, ein Gussstahl-Bandseil eingeführt; dasselbe hat dieselbe Dauerhaftigkeit wie das Aloeseil, ist billiger als dieses, die Ausgleichung des Seilgewichts erfolgte mit dem Stahlseil in gleicher Weise wie beim Aloeseil. Auch bei Zwickau hat man in dem 806 Meter tiefen Einigkeitsschachte[286]) sehr vortheilhafte Verwendung gussstählener Bandseile gemacht, dagegen sollen Gussstahlseile auf der Himmelfahrt Fundgrube bei Freiberg, welche wie jene, aus der Fabrik von Felten und Guilleaume bezogen waren, keine günstigen Resultate gewährt haben[287]), was indess mit der Behandlung der Seile im Zusammenhang gestanden zu haben scheint. Im Revier Aachen hat man fast allgemein Gussstahlseile mit gutem Erfolge statt Eisendrahtseile eingeführt, hat aber auch hier wie anderwärts die Erfahrung gemacht, dass die Seile nach Ueberschreitung der Elasticitätsgränze brechen, wie Eisenseile, was vermieden wird durch geringere Drahtstärke und grössere Seiltrommeldurchmesser. Man hat deshalb auf einigen Gruben versuchsweise Bandseile aus Gussstahldraht in Gebrauch genommen[288]), wie man denselben auch auf den Gruben des Comstorkganges in Nordamerika den Vorzug einräumt[289]). — Man wird für die Stahlseile im Allgemeinen sich des Tiegelgussstahls bedienen, doch sollen auch Versuche mit Seilen aus Bessemerstahl nicht ungünstig ausgefallen sein[290]). — Während Eisendrahtseile auf dem Rammelsberge bei

---

[284]) Der Berggeist. Köln 1876. S. 221. — Beuthener Zeitschrift. 1876. S. 67. — Glückauf. Essen 1876. No. 22.

[285]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 300; Bd. 23. S. 108. — Glückauf. Essen 1875. No. 43. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 457.

[286]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 309.

[287]) Ebenda. 1874. S. 389.

[288]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 161.

[289]) Koch ebenda. Bd. 26B. S. 49.

[290]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 304.

Goslar beim Vorhandensein saurer Wasser 2 Jahre im Gebrauch standen, zeigte sich ein Gussstahlseil, welches anfänglich biegsam war, nach nur 4 Monaten so spröde, dass beim Biegen alle Drähte brachen und das Seil abgelegt werden musste[291]). — Ein Gussstahlseil, welches auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken zur horizontalen Seilförderung gedient hatte, zeigte nach $2^1/_2$ Jahren einen Gewichtsverlust von 32 Procent. Von Interesse ist die Thatsache, dass, wie man auf den Gruben bei Saarbrücken constatirt hat, die Abnutzung der Drahtseile nicht nur am äusseren Umfange, sondern auch im Innern durch gegenseitige Reibung der Litzen und Drähte stattfindet; man findet sogar Fälle, dass ein Seil im Innern stark abgenutzt ist, während es aussen noch unverändert erscheint[292]).

Bei den grossen Tiefen des Bergbaues bei Przibram in Böhmen, wo der berühmte Adalberti-Schacht die Tiefe von 1000 Meter erreichte, war man genöthigt, die Eisendrahtseile mit Gussstahldrahtseilen zu vertauschen, weil jene, ohne noch genügende Sicherheit zu gewähren, eine unverhältnissmässige Stärke erhalten haben würden und dabei sehr theuer geworden wären. Man hat deshalb seit dem Jahre 1872 Gussstahlseile aus der Fabrik von Felten und Guilleaume aufgelegt[293]) und damit die allergünstigsten Erfolge in Bezug auf Tragfähigkeit und Haltbarkeit erzielt. Versuchsweise sind auf einzelnen Schächten, so auch auf dem Adalbertischachte 1138 Meter lange, nach unten verjüngte Gussstahlseile aufgelegt, um auf solche Weise die Ausgleichung des Seilgewichts zu bewirken, und haben auch diese die befriedigendsten Resultate geliefert[294]). — Derartige verjüngte Gussstahldrahtseile sind auf den Camphausenschächten bei Saarbrücken zur Anwendung gelangt[295]). Die Schächte haben eine Förderteufe von 490 Meter, es sollen 6 Förderwagen zu je 10 Centner Ladung gleichzeitig gefördert werden, die cylinderischen Seiltrommeln haben 8 Meter, die Seilscheiben 5 Meter Durchmesser; die Seillänge beträgt 630 Meter in zwei Abstufungen der Stärke. Bei der Construction der Seile ist man nach dem Erfahrungssatze: „viele Litzen mit vielen möglichst dünnen Drähten“ verfahren. Der untere 380 Meter lange Theil des Seils ist 49 Millimeter dick und besteht aus 8 Litzen, welche als Seele 6 Drähte von je 2,5 Millimeter Dicke um eine Hanfseele besitzen, um welche sich 11 Drähte von je 2,8 Millimeter Dicke drehen; das ganze Seilstück hat also 48 Drähte von 235 Quadratmillimeter und 88 Drähte von 541 Quadratmillimeter, zusammen von 776 Quadratmillimeter Inhalt; ein Meter Seil wiegt 7,80 Kilogramm. Der

---

[291]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 381.

[292]) Ebenda. Bd. 24B. S. 161.

[293]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 100; Jhrg. 1876. S. 49. — Glückauf. Essen 1876. No. 12. — Dingler polyt. Journal. Bd. 219. S. 467.

[294]) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1325.

[295]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 379.

obere 250 Meter lange Theil des Seils ist 53 Millimeter dick; derselbe hat gleichfalls 8 Litzen, deren Seele aber ausser der Hanfseele 7 Drähte von 2,5 Millimeter Dicke erhält, um welche sich 12 Drähte von 2,8 Millimeter Dicke drehen; in diesem Seilstück sind also vorhanden 56 Drähte von 274 Quadratmillimeter und 96 Drähte von 590 Quadratmillimeter, zusammen von 864 Quadratmillimeter Inhalt, und ein Meter Seillänge wiegt 8,70 Kilogramm. Das ganze Seilgewicht beträgt 5139 Kilogramm und kostet 6400 Mark. Noch viele Beispiele der Anwendung des Gussstahldrahts zu Förderseilen, namentlich beim Steinkohlenbergbau, könnten angeführt werden, es dürfte genügen, nochmals hervorzuheben, dass sich dieselben fast überall durch ihre grössere Tragfähigkeit und Haltbarkeit, sowie durch verhältnissmässige Billigkeit bewährt haben, wenn die Seile selbst, so wie die übrigen Fördereinrichtungen dauernd einer sorgfältigen Bewartung unterzogen werden[296]).

In neuester Zeit wird die Verwendung von Drähten aus Phosphorbronce zu Grubenseilen empfohlen, weil dieselben höhere absolute Festigkeit und grössere Widerstandsfähigkeit gegen Torsion und Zugkraft besitzen sollen, als Eisen- und Stahldrähte; dieselben sind zwar wesentlich theuerer, als Eisen- und Stahlseile, aber sie haben den Vorzug, dass nach der Abnutzung des Seils das Material noch werthvolle Verwendung findet, auch sind sie vor den Angriffen saurer Wasser geschützt. In England und Belgien sind derartige Seile in Benutzung und sollen demnächst auch in Westfalen und am Rhein Versuche damit gemacht werden[297]). In Belgien wird ihnen nachgerühmt, dass sie eine grössere absolute Festigkeit besitzen, sehr biegsam und unoxydirbar sind und jeder Einwirkung von saurem Wasser widerstehen; die Abnutzung soll geringer sein, als bei Eisen- und Drahtseilen und die ursprüngliche Biegsamkeit soll sich selbst an den abgenutzten Seilen erhalten[298]). Die Unoxydirbarkeit ist auch auf der Grube Rheinpreussen bei Ruhrort an einem Schachtsignalseil aus Phosphorbronce constatirt, dagegen hat man bei einem Förderseil auf der Grube Gouley bei Aachen die Erfahrung gemacht, dass es sich wiederholt sehr stark längte und bei verhältnissmässig geringer Belastung nach nur kurzem Gebrauch zerriss. Die Seile haben neben dem Nachtheil des höheren Preises auch den des grösseren Gewichtes, denn es wiegt ein Bronceseil von 6000 Kilogramm Tragfähigkeit bei einem Durchmesser von 20 Millimeter auf den Meter $1^1/_2$ Kilogramm, während der Meter eines Stahlseils von 6700 Kilogramm Tragfähigkeit und 14 Millimeter Durch-

---

[296]) Dingler polyt. Journal. Bd. 208. S. 418. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 200. 368. — Glückauf. Essen 1873. No. 27. 45. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 17. S. 353.

[297]) Glückauf. Essen 1875. No. 43; Jhrg. 1876. No. 3. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 446. 468. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Keipzig 1875. S. 387; Jhrg. 1876. S. 59.

messer $^1/_2$ Kilogramm und eines Eisendrahtseils von 6200 Kilogramm Tragfähigkeit und 19 Millimeter Durchmesser $1^1/_{10}$ Kilogramm wiegt[299]. In Amerika sind diese Seile noch nicht eingeführt, man hat dort Besorgniss, dass das Metall nicht gleichmässig genug sei, um beim Ziehen der Drähte ein dauerhaftes Material zu liefern[300].

Das Königliche Oberbergamt zu Dortmund hat sich veranlasst gesehen, zur Verhütung von Unglücksfällen, welche durch Seilbrüche hervorgerufen werden, eine Instruction zur Berechnung der Tragfähigkeit der Förderseile zu erlassen[301]. Die Verhütung von Unglücksfällen bei der Seilfahrt erfordert mindestens eine sechsfache Sicherheit bei der Förderung der Bergwerksproducte, worauf bei der Berechnung Rücksicht zu nehmen ist; ausserdem darf die Belastung des Förderkorbes bei der Seilfahrt nicht über 50 Procent derjenigen bei der Förderung der Bergwerksproducte betragen. Zur Berechnung der Tragfähigkeit der Eisendrahtseile dient die Formel

$$P = 7{,}31\ n d^2$$

in welcher P die gesuchte Tragkraft bei sechsfacher Sicherheit in Kilogrammen, n die Zahl und d den Durchmesser der Drähte in Millimetern ausdrückt; wenn in Ermangelung zuverlässiger Angaben die Drahtstärke d direct abgegriffen werden muss, kann zur Controle des erlangten Resultats die Formel

$$d = \frac{6{,}6\ D}{\sqrt{n}}$$

benutzt werden, worin d und n die frühere Bedeutung haben, D aber den Durchmesser des Seils, beziehungsweise der Litze in Centimetern bezeichnet. Für Aloeseile dient die Formel

$$P = 110\ d$$

worin P, wie früher, die Tragfähigkeit, d den Querschnitt des Seils in □ Centimetern ausdrückt; da es aber nicht möglich ist, den Querschnitt des Seils genau zu messen, so controlirt man das gefundene Resultat durch eine Berechnung nach der Formel

$$P = 942\ G$$

worin G das Gewicht eines laufenden Meters Seil in Kilogrammen bedeutet; geben beide Formeln verschiedene Resultate, so ist das geringere als definitiv anzunehmen. Für Hanfseile dient die Formel

$$P = 95\ d$$

in welcher d gleichfalls den Querschnitt des Seils in □ Centimetern aus-

[298]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 179.

[299]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 237; Bd. 26B. S. 379.

[300]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 21. p. 293.

[301]) Der Berggeist. Köln 1870. S. 490. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 345. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1871. S. 129.

drückt; auch hier benutzt man zur Controle die Formel mit den früheren Bezeichnungen

$$P = 985,5\ G$$

Wenn die Hanfseile getheert sind, wodurch das Gewicht vermehrt und die Festigkeit vermindert wird, so ist in den Formeln für d zu setzen 0,8 d und 0,84 G für G.

Für Gussstahldrahtseile hat dasselbe Oberbergamt nach vorgenommenen Versuchen später die Formel

$$p = 15 \,.\, nd^2$$

acceptirt, worin die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben, wie bei Eisendrahtseilen[302]).

Auch in Bezug auf die Statistik über die Haltbarkeit der Seile hat das Oberbergamt zu Dortmund seit 1872 den Weg eingeschlagen, durch Sammlung von Zählblättchen über jedes einzelne Seil im Bezirk und durch Veröffentlichung der Ergebnisse die Grubenbeamten auf die zweckmässigste Construction der Seile und Fördereinrichtungen hinzuführen[303]). Diese statistischen Zusammenstellungen sind bis in die neueste Zeit alljährlich fortgesetzt und weiter ausgebaut worden. Diesem Beispiele folgend hat Professor Undeutsch auch für die Gruben im Königreich Sachsen eine Seilstatistik angeregt und dazu eine Zählkarte entworfen[304]). Auf den Gruben im Oberbergamtsbezirk Breslau wird seit dem 1. Januar 1882 auf Grund von Zählkarten, welche bei Ablegung eines Seils auszufüllen sind, eine Seilstatistik geführt[305]). Auch auf den Gruben bei Saarbrücken führt man seit 1877 eine Seilstatistik, nach welcher im Allgemeinen die angegebenen Erfahrungen über Eisen- und Gussstahldrahtseile ihre Bestätigung gefunden haben[306]).

Auch anderweitig hat man sich bemüht durch sorgfältige Beobachtungen und Berechnungen die Tragfähigkeit und Haltbarkeit der verschiedenen Seilsorten festzustellen und auf diesem Wege zur Einführung der besten Seile beizutragen. Besonders hervorzuheben ist eine Arbeit von Riehn zu Claustahl[307]), welche sich mit der Berechnung der Drahtseile von Eisendraht in runder und platter Form, von Gussstahl, gleichfalls der runden, wie der Bandseile, so wie auch der verjüngten beschäftigt und auf Versuche begründete Formeln aufstellt. Auch in Frankreich hat man dem Gegenstande Aufmerksamkeit zugewendet und durch genaue Beobachtungen die Trag-

---

[302]) Glückauf. Essen 1871. No. 44.

[303]) Ebenda. 1871. No. 48.

[304]) Jahrbuch für das Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen. Freiberg 1877. Abhandlungen S. 54.

[305]) Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1881. S. 231.

[306]) Wenderoth in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 77. — Dingler polyt. Journal. Bd. 245. S. 308.

[307]) Riehn: über Berechnung der Förderdrathseile und der Seilkörbe in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 239.

fähigkeit verschiedener Eisendrahtseile, so wie Vergleichungen der letzteren mit Hanfseilen angestellt[308]). Aguillon hat aus den Beobachtungen über Grubenseilbrüche, welche aus Frankreich, Belgien, England und Deutschland ihm bekannt geworden sind, sehr lehrreiche Schlussfolgerungen gezogen[308a]). Er hat daraus Vorschläge gemacht: über die Beschaffenheit und die Form des Seiles, über die verschiedenen Bedingungen, unter denen Seile aus Pflanzenfasern, sowie aus Metall anzuwenden sind, über die Zusammensetzung der Metallseile, über die Veränderungen, welche bei den im Betiebe befindlichen Seilen vorgehen, über den zweckmässigen Durchmesser des Seilkorbes, über die Art des Auflegens des Seiles, über die Verbindung des Seiles mit dem Fördergestell, über die angemessene Belastung des Seiles, über die Unterhaltung und über die Ueberwachung des Seiles. In der Versuchstation von Kirkaldy in London sind Versuche mit verschiedenen Hanfseilen angestellt, deren Ergebnisse die angegebenen Quellen nachweisen[309]). — Zu erwähnen ist hier, dass in Preussen durch die staatlichen Versuchsanstalten, von denen die mechanische mit der technischen Hochschule zu Berlin, die chemische mit der Bergakademie daselbst verbunden ist, Institute geschaffen worden sind, bei denen, wie alle Bau- und Betriebsmaterialien, auch die Grubenseile und die dazu verwendeten Stoffe einer eingehenden Untersuchung und Prüfung unterworfen werden können.

Von Schmidt wird für Drahtseile eine empirische Formel angegeben[310]) und zwar: ein Rundseil von n Drähten von je δ mm Dicke hat den Durchmesser

$$d = 1{,}54\,\delta\sqrt{n}$$

und auf den Meter das Gewicht

$$G = 0{,}00323\,d^2 = 0{,}0077\,n\delta^2$$

Ein Banddrahtseil von n Drähten von δ mm Dicke hat auf den Meter ein Gewicht

$$G = 0{,}008\,n\delta^2$$

Schmidt hat ausführliche Tabellen über die Biegungs- und Dehnungsspannung der Drähte und der verschieden starken Rund- und Bandseile berechnet und daraus die Inanspruchnahme und das Tragvermögen bei verschiedenen Aufwickelungsradien der Seiltrommeln ermittelt; diese Ta-

---

308) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome III. p. 577. 745.

308a) Annales des mines. Paris 1881. p. 373. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 252.

309) Dingler polyt. Journal. Bd. 213. S. 357. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 493.

310) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 172. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 229. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 116.

bellen können bei der Beschaffung von Eisen- und Stahldrahtseilen wohl zum Anhalten genommen werden[311]), ebenso die oben citirten Berechnungen des Professor Hrabák.

Noch andere Formeln, welche namentlich in Rücksicht auf die Sicherheit des Seils bei der Menschenförderung aufgesucht sind, werden von Kraft aufgestellt[312]). Derartige Formeln stellt auch Havrez für runde und platte Drahtseile, sowie für Aloeseile auf[313]).

Zu bemerken dürfte noch sein, dass in Amerika und England fast ausschliesslich Eisen- oder Stahlseile in Anwendung stehen, in Frankreich und Belgien neben diesen auch Hanf- und besonders Aloeseile und dann meistens Bandseile, in Deutschland werden dieselben meist durch Eisen- und Stahlseile verdrängt[314]). Koepe hat auf Grund der statistischen Mittheilungen des Oberbergamts zu Dortmund Ermittelungen über die Seilkosten angestellt und gefunden, dass Eisendrahtseile nach Leistung und Haltbarkeit am billigsten sind, namentlich da, wo die Seillast eine Ausgleichung erfährt[315]).

Baumann hat für die Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken eine hydraulische Zerreissungsmaschine construirt, um die stärksten Förderseile auf ihre Tragfähigkeit zu prüfen[316]). Mittelst einer Pumpe für 200 Atmosphären Druck wird das Wasser in den Presscylinder gedrückt und hebt den Presskolben und mit diesem ein Querhaupt, die Zugstangen und ein zweites Querhaupt, zwischen welchem und dem Fussgestell das Förderseil oder sonst auf Zerreissung zu prüfende Gegenstände eingespannt werden. Die Zugstangen sind verstellbar, um verschiedene Längen einspannen zu können. Der Durchmesser des Presskolbens ist 300 Millimeter, die Maximalbelastung auf den Quadratcentimeter Fläche beträgt also 141400 Kilogramm; die Hubhöhe des Kolbens ist 300 Millimeter. Ausser den Seilen spannt man auch die Verbindungsstücke zwischen Förderseil und Förderkorb ein, um sie auf ihre Festigkeit zu prüfen z. B. die Baumann'sche Seilklemme, welche Einfluss auf die Spannung der Drähte und der Litzen im Seile haben. Die Versuche mit diesem Apparat ergeben für die Praxis durchaus brauchbare Resultate.

2. Ketten.

Bei Förderungen kommen Ketten ausschliesslich wohl kaum noch vor, wohl aber als Zwischenglieder. Man unterscheidet Gliederketten, welche die gewöhnliche Form haben, und Laschen- oder Panzerketten, wie

---

[311]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 508. 518. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 115.

[312]) Zeitschr. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 261.

[313]) Oesterr. Zeitschr. 1876. S. 365.

[314]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 18. p. 100.

[315]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1879. S. 364.

[316]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 57.

sie in Südwales und Staffordshire vorkommen, welche durch rechteckige Glieder gebildet werden. Durch die alternirende Gliederreihe steckt man

Fig. 543.

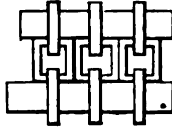
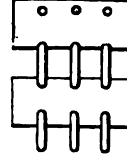


Fig. 544.



wohl Holzkeile, Fig. 543, wodurch man eine Art Bandkette erhält[317]), oder es werden eiserne Platten durch je 3 Glieder mit einander verbunden[318]), Fig. 544.

c. Verbindung des Seils mit dem Gestell.

Die Verbindung des Seils mit dem Gestell erfolgt durch Schurz- oder Zwieselketten, wobei nicht immer üblich, aber doch zweckmässig die Einschaltung eines Wirbels stattfindet, besonders bei Rundseilen und schwerer Last. Wenn man eine Kette anwendet, ist sie wohl als Panzerkette gebildet, kommt aber nur bei pyramidalem Gestell vor, sonst findet man 4 Ketten gewöhnlicher Construction.

Auf der Steinkohlengrube Friedenshoffnung in Niederschlesien hat man die Wahrnehmung gemacht, dass das Eisen in der Zwieselkette durch die Stösse, welche es beim Fördern erleidet, allmälig ein grobkörniges Gefüge annimmt. Ein Glied einer zwei Jahre hindurch im Gebrauch gewesenen Kette sprang bei dem ersten Schlage eines elfpfündigen Hammers in 4 Stücke, deren Bruchflächen ein krystallinisches Gefüge zeigten; dagegen sprang ein zuvor rothwarm ausgeglühtes Glied erst nach 23 Schlägen mit demselben Hammer, wobei der Bruch auf der einen Seite des Ringes ganz, auf der andern nur halb durchging und ein sehniges Gefüge zeigte. Diese Erscheinung weist auf die Nothwendigkeit, namentlich wo das Fahren der Belegschaft stattfindet, durch Anbringung von federnden Zwischengliedern die Stösse auf die Zwieselkette beim Anheben zu mildern, und lässt es als zweckmässig erscheinen, die Kette von Zeit zu Zeit auszuglühen[319]). — Es kommt zuweilen vor, dass sich die gewöhnlichen Zwieselketten beim Anheben des Förderkorbes verschlingen und erst während des Treibens wieder ausrecken, wodurch ein sehr intensiver Ruck in dem ganzen Apparat entsteht, welcher sehr nachtheilig auf die Haltbarkeit des Seils wirkt; um

---

[317]) Busse a. a. O. Bd. 6. S. 80.

[318]) Herold ebenda. Bd. 3. S. 54.

[319]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 164. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 59. — Dingler polyt. Journal. Bd. 222. S. 499.

dies zu vermeiden, wird empfohlen zu diesen Ketten Steg- oder Schiffsketten zu verwenden, welche sich nicht verschlingen können[320]).

Für Drahtrundseile hat man folgende Verbindungen[321]):

1. Fig. 545. Eine konische Büchse wird über das Seilende gezogen, dessen Drähte nach Aussen über die Büchse zurückgebogen werden, darüber wird eine zweite Büchse gestülpt, welche nach Unten in einen Bügel zur Aufnahme der Zwieselketten ausläuft.

Fig. 545.

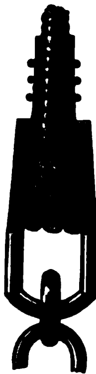


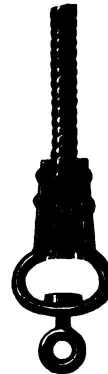
Fig. 546.



Fig. 547.



Fig. 548.



2. Fig. 546. Nachdem eine Büchse über das Seilende gezogen ist, wird dasselbe zu einem Knäuel aufgedreht und der Raum mit Zink vergossen; auch hier läuft die Büchse unten in einen Bügel aus.

3. In Westfalen geht das Seil bald über eine Rolle oder einen Ring, Fig. 547, bald in eine Büchse, Fig. 548, wobei das Seil entweder nur mit seinem Ende zurückgelegt und mit aufgezogenen Ringen befestigt, oder aufgedreht wird, während die Drähte umgebogen werden, auch wird zu grösserer Befestigung wohl noch ein Keil in die Büchse eingetrieben.

4. Auf den sächsischen Gruben hat man ein Laschenschloss zur Verbindung, welches aus zwei Eisenplatten mit entsprechender Vertiefung und runder Pfanne für die Seilknäuel besteht, die Vertiefungen sind mit Furchen versehen, in welche weiches Muldenblei eingepackt wird, während das Ganze durch Schrauben fest zusammengezogen wird.

5. Bei dem oben S. 134 erwähnten Etagenkorb auf der Grube Heinitz erfolgt die Befestigung des Seils in einer mit Zink ausgegossenen Hülse, welche direct mit dem Förderkorb in Verbindung gebracht wird[322]).

---

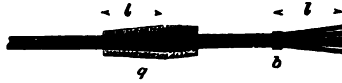
[320]) Zeitschr. f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen O. S. 1876. S. 202. — Glückauf. Essen 1876. No. 50.

[321]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7A. S. 77. 156. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt ebenda. Bd. 10B. S. 84.

[322]) Pinno a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 41.

Man schneidet das Seilende gerade ab und schiebt es durch die Hülse q, Fig. 549, so weit hindurch, dass man es bequem handhaben kann. Der

Fig. 549.



Theil l der Hülse ist zur Aufnahme des Seilendes bestimmt. Dasselbe wird auf die Länge von $^5/_4$ l aufgedreht und, damit die Auflösung nicht weiter sich fortsetzt, bei b ein dünner Draht umgewunden. Die einzelnen

Fig. 550.



Fig. 551.



Fig. 552.



Drähte werden von Theer gereinigt und um so viel umgebogen, dass sie die Länge l behalten, worauf man sich versichert, dass die Hülse über das so verdickte Ende aufzuschieben ist. Demnächst werden die Drähte mit Salzsäure abgebeizt und durch Eintauchen in geschmolzenes Zinn verzinnt. Hierauf wird die Hülse definitiv aufgeschoben, unten verschraubt, handwarm gemacht und in aufrechter Stellung mit Zink ausgegossen.

Bowen benutzt zur Verbindung des Seils mit einer Stange zwei ineinander geschraubte Muffen C und D, Fig. 550, von denen C konisch ausgebohrt und über das mit einem Knoten und zwei eingelegten dünnen Platten B versehene Seil A geschoben ist, während der andere Muff D mit der Stange oder bei Förderkörben mit dem Kettenwirbel verschraubt ist [323]).

Runde Hanfseile für kleine Förderwagen, also von geringem Durchmesser, biegt man wohl nur aufwärts um und vernäht die Enden mit Leder oder umwickelt sie mit dünnem Tau; bei stärkerem Durchmesser nimmt man hier, wie bei den Drahtseilen, einen Ring, über den sich das Seilende legt.

Bei Bandseilen jeder Art legt man entweder zu beiden Seiten vernietete oder verschraubte Laschen an, welche unten in einen Ring zusammengehen, Fig. 551, 552, oder man biegt das Seilende besser über einen Ring und befestigt dasselbe durch Spangen, Fig. 553, 554.

Fig. 553.



Fig. 554.



Fig. 555.



An den Enden der Zwieselketten bringt man Haken an, am besten mit schliessender Feder, Fig. 555, welche das Ausspringen verhindert; wenn man nicht vorzieht, geschlossene Ringe anzuwenden, welche dann an das Gestell angeschweisst werden müssen, was unbequem sein kann.

Durch das plötzliche Anheben der Maschine leiden die Seile sehr, weshalb öfteres Erneuern des untern Stücks nothwendig wird, zu welchem Zwecke man das Seil um so viel länger nimmt, dass Reserveumschläge auf die Trommel gelegt werden können. Um die Wirkung des Anhebens zu verhindern, hat man elastische Mittel eingeschaltet und angebracht, und zwar:

1. Seilfederbüchsen, welche unter Anderen von Felten und Guilleaume in Köln für verschiedene Lasten construirt werden [324]); in einer Büchse, welche oben mit dem Seil, unten mit der Zwieselkette durch

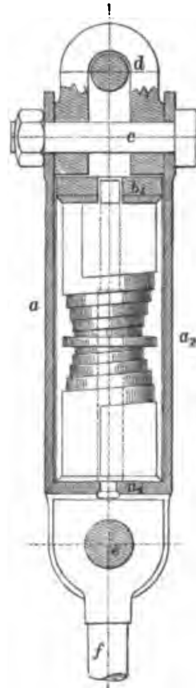
[323]) Dingler polyt. Journal. Bd. 218. S. 290. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 19. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 72.

[324]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 84.

Wirbel verbunden ist, befindet sich eine Stahlfeder, welche beim Anhub zusammengedrückt wird und den Stoss für Seil und Gestell unschädlich macht. Für Förderlasten von 20 bis 60 Centner hat die Büchse ein Gewicht von 110 bis 200 Pfund und kostet 90 bis 195 Mark.

Eine derartige Federbüchse ist von Martinek auf den Gruben der Staatseisenbahn bei Kladno eingeführt[325]). Dieselbe besteht, Fig. 556, aus einem durch die Platten aa und bb gebildeten, rechtwinkeligen Gehäuse; in demselben befinden sich 2 ziemlich starke, 200 Millimeter hohe Volut-

Fig. 556.



federn, welche entstehende Erschütterungen aufzunehmen haben. Die Büchse ist durch den Bolzen c und den Bügel d mit dem Seil, so wie durch den Bolzen e und das verticale Verbindungsstück f mit der Fangvorrichtung im oberen Theile der Förderschale verbunden. Beim Anhub werden erst die schwächeren Federn der Fangvorrichtung und dann die stärkeren der Federbüchse zusammengepresst.

2. Gummipuffer werden auf den Gruben bei Saarbrücken[326]) ange-

[325]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 185. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 303.

[326]) Wie 324; auch dieselbe Zeitschr. Bd. 6A. S. 89.

wendet; es sind dies Cylinder von 8 Millimeter starkem Eisenblech, 31 Centimeter hoch und weit, verstärkt durch drei Eisenbänder, oben und unten

Fig. 557.

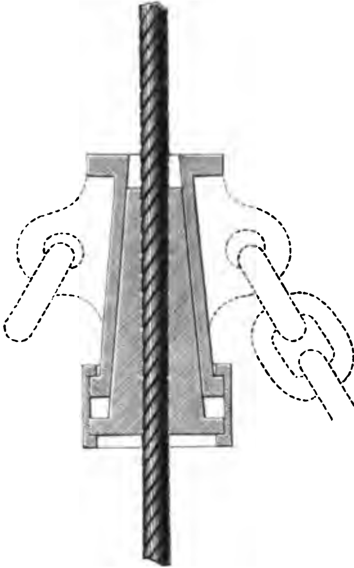


Fig. 559.

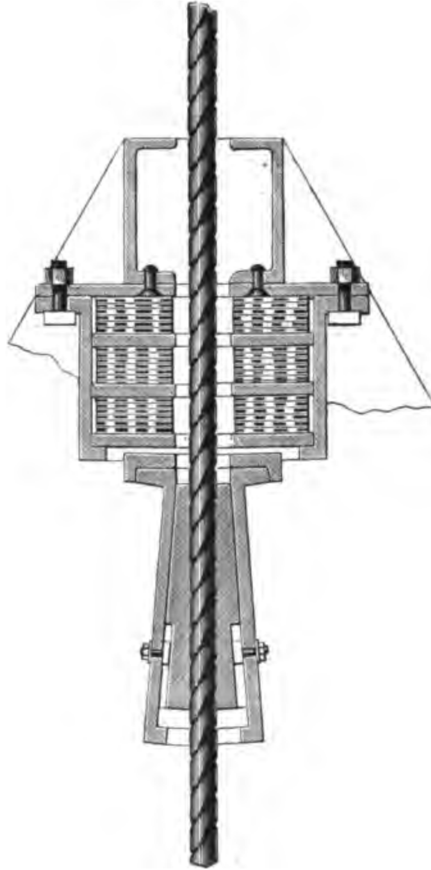
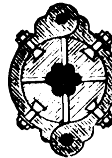


Fig. 558.



Fig. 560.



durch Deckel von 13 Millimeter starkem Eisenblech geschlossen, welche aussen durch 4 Zugschrauben gehalten werden; in dem Cylinder sind 2 Kolben angebracht, von denen der obere mittelst einer Stange und Wirbel

mit dem Seil, der untere mit der Zwieselkette verbunden ist. Ueber, beziehungsweise unter dem Kolben liegen 6 Gummischeiben, welche beim Anheben zusammengedrückt werden und so den Stoss aufnehmen.

Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man nach Angabe von Guibal die Seilscheiben auf Federn legt oder auch schon die Angewägebalken der Seilscheiben lang und federnd herstellt, wodurch die Wirkung des Stosses von dem Seil abgelenkt wird.

Durch die vorbeschriebenen Vorrichtungen ist das Seil unverrückbar mit dem Förderkorbe verbunden. Dies führt aber dann zu Schwierigkeiten, wenn in demselben Schacht aus verschiedenen Sohlen gefördert werden soll, was nur dadurch zu ermöglichen ist, dass die Veränderung in der Seillänge durch Verstecken an der Seiltrommel erfolgt, was weitläufig ist und Zeit erfordert. Zur Abhilfe hat der Maschinenmeister Baumann auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken die sog. Seilklemme construirt und in den Betrieb eingeführt[327]). Diese Seilklemme, an welche die Zwieselketten der Förderschale befestigt werden, bestand ursprünglich aus einer mehrtheiligen Hülse Fig. 557. 558, welche innen den spiralförmigen Windungen der Seillitzen genau angepasst und aussen konisch abgedreht ist, darüber liegt eine zwei- oder mehrtheilige Büchse, welche, mit der gleichen Conicität versehen, die Hülse umschliesst. Durch das Gewicht der anhängenden Last wird die Hülse fest in die Büchse gezogen und das Seil um so fester gehalten, je schwerer es belastet wird. Ein Gleiten der Hülse am Seil ist nicht möglich, wenn die innern Gewindegänge stark genug gegen Abscheren sind und die Conicität der Hülse und Büchse so gewählt ist, dass ein Durchschrauben des Seils durch die Gewindegänge verhindert wird. Die Lösung der Klemme vom Seil kann schnell und leicht erfolgen, und sowohl bei den ersten Versuchen, wie beim regelmässigen Betriebe stellte es sich heraus, dass die eingeklemmte Stelle des Seils unbeschädigt blieb. Zur Schonung des Seils beim Aufsetzen befindet sich über der Klemme ein Gummipuffer und unter der Klemme ein zweitheiliger Charnierring, um das Selbstauslösen der Klemme zu verhindern. Später sind zur noch leichteren Lösung der Klemme Büchse und Hülse zu einem in sich beweglichen charnierartigen Stück verbunden, Fig. 559. 560, welches nicht eher geschlossen werden kann, als bis das Seil sich genau in die Windungen der Hülse eingeführt hat.

---

[327]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 419. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 35; Jhrg. 1881. S. 151. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 30. p. 118. — Glückauf. Essen 1880. No. 51. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 275. — Dingler polyt. Journal. Bd. 239. S. 21. — The Engineering. London. Vol. 30. S. 118.

d. Fangvorrichtungen.

Fangvorrichtungen kommen vorzugsweise in seigeren oder stark geneigten tonnlägigen Schächten zur Anwendung und immer in Verbindung mit dem Fördergestell oder doch mit dem Rahmen zur Seilleitung. Es giebt sehr verschiedenartige und in der Zuverlässigkeit sehr verschiedene Einrichtungen, die von der Art der Schachtzimmerung, beziehungsweise der Leitung abhängig sind; die besseren Constructionen basiren auf dem Vorhandensein von hölzernen Leitbäumen zu jeder Seite des Fördertrums, man hat sie zwar auch bei Leitungen von eisernen Schienen, auch bei Drahtseilleitungen versucht, doch sind diese Ausführungen bisher nur in einzelnen Fällen als gelungen zu betrachten[327a]).

Es giebt kaum einen Gegenstand der Bergtechnik, welcher eine grössere Zahl von Versuchen und Constructionen hervorgerufen hätte, als die Fangvorrichtung zur Sicherung der Förderung in Schächten gegen die aus einem Seilbruch entstehenden Gefahren, und dennoch ist es noch nicht gelungen, einen Apparat ausfindig zu machen, welcher geeignet wäre, für alle Fälle rechtzeitig und zuverlässig zu wirken, was namentlich in Rücksicht auf die immer ausgedehntere Benutzung der Seilfahrt durch Menschen zu den unabweisbaren Zielen gehört. Die Ansprüche, welche an eine zweckmässige Fangvorrichtung zu machen sind, lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen[328]):

1. die Vorrichtung muss für eine Fördergeschwindigkeit von 7,8 bis 9,4 Meter in der Sekunde bei einer Belastung des Seils von ca. 60 Centner ausreichend stark construirt sein;

2. sie muss sich der vorhandenen Schachtzimmerung anpassen und, wenn irgend möglich, die vorhandenen Leitbäume, welche in der Regel in Holz ausgeführt sind, zum Anklammern beim Seilbruch benutzen; die Excenter, Keile, geschärften Hebel oder die sonst zum Greifen bestimmten Theile müssen auf den Seitenflächen, nicht auf den inneren Flächen der Leitbäume fassen;

3. der Bewegungsmechanismus der Vorrichtung muss möglichst einfach hergestellt werden und es gestatten, dass die an den zwei Seiten ein und desselben Leitbaumes eingreifenden Fangapparate so weit sich vorschieben, dass sie, wenn kein Leitbaum vorhanden wäre, sich gegen einander stemmen würden;

4. das Auffangen des Fördergefässes muss ohne Stoss geschehen;

5. die Vorrichtung muss durchaus selbstthätig wirken und darf nur durch Einölen in Function gehalten werden müssen, einer andern Wartung aber nicht bedürfen;

327a) Baure über Fangvorrichtungen in der berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 70ff.

328) Malmedie: über Fangvorrichtungen für Fördergefässe in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 12. S. 366.

6. sie darf beim gewöhnlichen Gange keiner Abnutzung unterworfen sein, und deshalb sind die Federn so anzuordnen, dass sie nur im Falle des Seilbruchs in Thätigkeit treten, sonst aber keinerlei Belastung zu tragen haben;

7. Gummi oder Kautschuk sind als elastisches Material, weil im Augenblick der nothwendigen Wirkung unzuverlässig, zu verwerfen;

8. jedes Fördergestell ist mit einem spitzgiebeligen Dache zu versehen, um das beim Reissen niederfallende Seil zu tragen und von den im Korbe befindlichen Personen abzuhalten.

Der Verein zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen hat die Frage über die beste Einrichtung der Fangvorrichtungen für so wichtig gehalten, dass er durch eine Preisaufgabe zur Kritik derselben aufforderte. Diesem Umstande verdanken wir zwei vortreffliche Arbeiten über die Fangvorrichtungen, die eine preisgekrönt vom Berggeschworenen a. D. Nitzsch in Berlin[329]), die andere vom Bergrath Selbach in Oberhausen[330]). Beide kommen darin überein, dass die Aufgabe, eine betriebssichere und allen Anforderungen entsprechende Fangvorrichtung aufzufinden, bisher noch nicht gelöst ist, dass vielmehr einzelne der in Anwendung stehenden Apparate geeignet sind, bei einem Seilbruche die Gefahr zu erhöhen, statt zu vermindern oder gar zu beseitigen; am nächsten den zu stellenden Bedingungen steht nach Nitzsch die Fallbremse von Hoppe. Eine theoretische Erörterung über die Fangvorrichtungen wird auch vom Ingenieur Maiss angestellt, auf welche von hier aus verwiesen wird[331]).

Die angegebenen Quellen führen eine grosse Zahl bekannter Fangvorrichtungen auf, welche sich nach ihren Principien in vier Klassen theilen lassen:

Fangvorrichtungen mit Riegel, welche in besonders construirte Leitbäume eingreifen (repräsentirt durch die Construction von Büttgenbach),

Fangvorrichtung mit eingreifenden Hebeln (Construction Fontaine),

Fangvorrichtung mit Excentrics (Construction White und Grant),

Fangvorrichtung mit wirkenden Keilen (System Fourdrinier, Aytoum).

Es würde den Raum weit überschreiten und dem Zweck nicht entsprechen, alle theils in der Ausführung, theils im Project bekannt gewordenen Fangvorrichtungen zu beschreiben; es wird genügen, sie aufzuführen und bei einzelnen wichtigeren etwas länger zu verweilen.

1. An dem Gestelle sind vorspringende Hebel oder Riegel angebracht, welche im Falle des Seilbruchs an der Schachtzimmerung oder

---

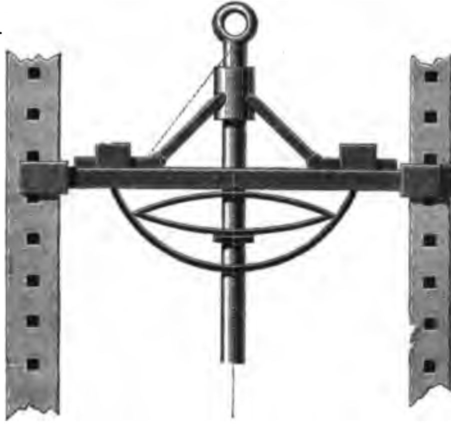
[329]) Nitzsch in Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses. Berlin 1879. S. 345.

[330]) Selbach in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 1.

[331]) Maiss in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 361.

an zwischen diese gesetzten, ausgeschnittenen Hölzern Halt finden sollen, wohin auch die allerältesten Vorrichtungen gehören, nämlich Hebel, welche durch das Gewicht der niederfallenden Kette aufgeklappt werden sollen. Als Vertreter ist der Apparat von Büttgenbach, Fig. 561, zu zählen, an welchem die Hebel durch 2 untereinander liegende Wagenfedern oder durch eine solche und eine darüber angebrachte Spiralfeder zurückgeklappt

Fig. 561.



gehalten werden; beim Seilbruch lassen die Federn in ihrer Wirkung nach, so dass die Hebel aufklappen und in Bolzen, welche zwischen den Jochhölzern stehen und eingekerbt sind, eingreifen, wobei die Führung des Gestells in den Ecken erfolgt. In gemauerten Schächten hat man gleichsam Fahrten, entweder aus Eisen oder aus 2 hölzernen Leitbäumen mit Sprossen, in welche die Hebel einzugreifen haben, die Führung erfolgt dann an der Aussenseite der Leitbäume.

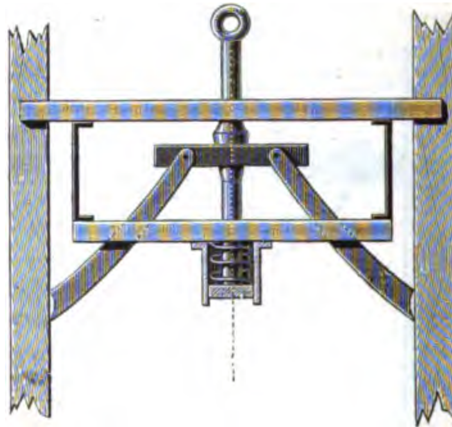
Hierher gehört eine Fangvorrichtung von Merrick, bei welcher gezahnte Klauen in eine an der Leitung befindliche gezahnte Stange zu greifen haben. — Aehnlich greifen bei der Fangvorrichtung an dem Fördergestell von Turner, Grey und Breydon Sperrklinken in gezahnte Stangen, welche an den Leitungen angebracht sind[332]).

2. Das zweite Princip ist das, dass der Leitbaum durch den Fangapparat von Innen nach dem Stoss zu gedrückt wird. Hier wird die Construction von Fontaine zu Anzin hervorgehoben, welche 1851 zuerst angewendet wurde, Fig. 562. Im Wesentlichen besteht der Apparat aus 2 um feste Punkte drehbare Hebel, welche unten mit Klauen versehen sind und beim Seilbruch mittelst zweier an den oberen Enden wirkender Federn

[332]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 154. — Maiss a. a. O. S. 361. — Nitzsch a. a. O. S. 365. 368. — Selbach a. a. O. S. 33.

oder einer auf die Drehpunkte der Hebel wirkender Spiralfeder mit den Klauen in die beiderseitigen Leitbäume eingeschlagen werden, wodurch das Hängenbleiben des Gestells bewirkt wird. Das Gewicht des Apparats beträgt je nach der Last 340 bis 500 Pfund; es sind bereits viele Fälle constatirt, in denen diese Vorrichtung Verunglückungen verhütet hat, obschon auch Fälle des Versagens vorkommen[333]).

Fig. 562.



Nach dem Princip von Fontaine ist auf der Steinkohlengrube Constantin der Grosse eine Vorrichtung von dem Betriebsführer Borgsmüller ausgeführt[334]). Die Hebel aa, Fig. 563, befinden sich beim Anhub des Förderseils unter dem Druck der Federn bb, welche beim Seilbruch die Hebel um die Drehpunkte ff so herumwerfen, dass die Klauen zum Eingreifen in die Schachtleitungen gelangen. Ausserdem ist ein Handhebel vorhanden, welchen einer der Fahrenden bei der Fahrt in der Hand führt, um im Falle eines Seilbruches sofort eingreifen zu können. Auch auf der Steinkohlengrube comb. Gottessegen' in Oberschlesien ist eine Fontaine'sche Vorrichtung ausgeführt, welche schon Gelegenheit gehabt hat, sich zu bewähren. — Die Fontaine'sche Fangvorrichtung hat den Nachtheil, dass die durch die Federn ausgespreizten Fangarme mit ihren Klauen beim Niedergange des Gestells sich leicht in den Leitungen aufhängen und Störungen der Förderung durch jeden hervorspringenden Nagel oder Holzsplitter, jede Rauheit oder geringe Ausbiegung der Leitungen verursachen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat Taza-Vilain zu Anzin die Con-

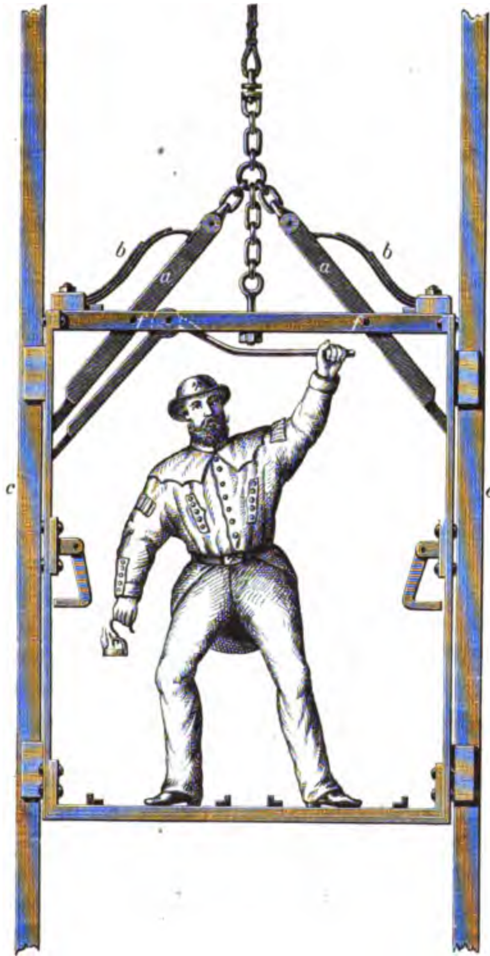
---

[333]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 333; 1878. S. 127; 1879. S. 361. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 563. — Nitzsch a. a. O. S. 371. — Selbach a. a. O. S. 62.

[334]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 79. — Nitzsch a. a. O. S. 374. — Selbach a. a. O. S. 53.

struction abgeändert[335]). Die Fangarme sind am obersten Querbalken des Fördergestells frei und unabhängig von der sog. Königsstange aufgehängt, so dass sie nicht mehr an den Leitungen anstreifen. Zwei andere Arme, Stosshebel genannt, stehen mit der Königsstange in Verbindung, wie sonst

Fig. 563



die Fangarme bei Fontaine; diese Stosshebel sind bestimmt, beim Seilbruch die Fangarme gegen die Leitung zu drücken, sie berühren dieselben für gewöhnlich nicht, sondern erst, wenn die mit der Königsstange in Ver-

[335]) Parachute à griffes isolées in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 13. p. 547. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 207. — Nitzsch a. a. O. S. 374. — Selbach a. a. O. S. 64.

bindung stehende Spiralfeder auf $^3/_8$ ihres ganzen Ausdehnungsraumes sich gelüftet hat. Bei eintretenden Hindernissen wird also eine Wirkung der Fangarme nicht bemerkbar, so dass ein Festsetzen des Förderkorbes nicht mehr stattfindet. Versuche auf der Grube la Reussite bei Anzin sind günstig ausgefallen. Es wird noch als Vorzug gerühmt, dass die im Förderkorb fahrenden Arbeiter im Stande sind, die frei herabhängenden Fangarme selbst zu dirigiren und den Korb festzuhängen, wenn sie sich gegen Nachlässigkeit und Ungeschicklichkeit des Maschinenführers sichern wollen. — Auf dem Fontaine'schen Princip beruht auch die Vorrichtnng von Holtfort in Essen, welche auf der Steinkohlengrube ver. Sälzer und Neuack daselbst zur Anwendung gelangt ist[336]). — Hierher gehören auch die von Libotte, ferner von Nyst in Wien ausgestellt gewesenen Vorrichtungen[337]), ferner auch die von Mialovich[338]), bei welcher die Rückseiten der Hebel

Fig. 564.



mit Gewichten versehen sind, welche durch die Ketten des Fördergefässes und ausserdem durch Kautschukschnüre in solcher Lage erhalten werden, dass die Hebel während der Förderung nicht in die Leitung eingreifen; sobald das Seil reisst, fallen die Gewichte, was noch durch die Spannkraft der

[336]) Glückauf. Essen 1869. No. 1. — Der praktische Maschinenconstructeur v. Uhland. Leipzig 1869. S. 289.

[337]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. S. 43. — Nitzsch a. a. O. S. 380. 385. — Selbach a. a. O. S. 43. — Maiss a. a. O. S. 363. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 126.

[338]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 4. — Nitzsch a. a. O. S. 383. — Maiss a. a. O. S. 362.

Kautschukschnüre beschleunigt wird, und die Hebel werden so weit herumgeschleudert, dass sie in die Leitung sich einklemmen. — Zu dieser Klasse der Fangvorrichtungen gehört auch die von Burmeister[339]). — Die Fangvorrichtungen, welche vom Bergdirector Tittel und vom Bergamtsmarkscheider Neubert an der Freiberger Fördertanne angebracht sind, welche sich aber noch zu bewähren haben, fallen in diese Kategorie[339a]).

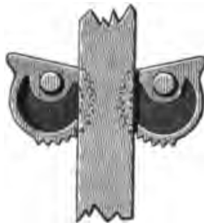
3. Bei der dritten Klasse werden die Leitbäume von den beiden Seiten her durch gezahnte Excentrics gedrückt.

Als Repräsentant dieser Einrichtung gilt der Fangapparat von White und Grant, Fig. 564, 565, 566, bei welchem häufig die Excentrics gleich-

Fig. 565.



Fig. 566.



zeitig die Leitschuhe abgeben[340]), was indess nicht zu empfehlen ist, weil der eigentliche Fangapparat dadurch in zu grossem Abhängigkeitsverhältniss zum Fördergestell steht. Zum Spannen dienen Federn der verschiedensten Art, Spiral- oder Wagenfedern, oder auch Gummibänder, die sich aber nicht bewähren sollen. In der Provinz Sachsen hat man zu diesem Zweck Gewichte an Hebeln benutzt, welche aber nur mit der Differenz der Fallgeschwindigkeit wirken und daher nicht recht zuverlässig sind.

[339]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 126.

[339a]) Jahrbuch f. d. B.- u. H.-Wesen. Freiberg 1882. I. 42. — Dingler polyt. Journal. Bd. 243. S. 209. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 53.

[340]) Dunn: a treatise on the winning and working of collieries. 1852. S. 127. — Herold a. a. O. S. 61. — Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 320. — Nitzsch a. a. O. S. 386. — Selbach a. a. O. S. 64. — Maiss a. a. O. S. 362.

In dieses System gehört die von **Hohendahl** zu Friedrichshall construirte, auf der Eisensteinzeche **Neu-Essen** II bei Rellinghausen in Westfalen eingeführte Fangvorrichtung[341]), welche sich von der ursprünglichen Construction nur durch die bewegende Kraft beim Herumwerfen der Excentrics im Falle des Fangens unterscheidet. Denn während dieselbe sonst durch Federn oder Gummibänder erzeugt wird, geschieht dies hier durch Luft, welche in einem auf dem Fördergestell angebrachten kleinen Messingcylinder durch Anheben des Förderseils comprimirt wird. Dieser Cylinder c, Fig. 567 und 568, ist auf dem Hauptquerstück des Fördergestells durch die Stützen aa befestigt, er ist nach Unten offen, in ihm bewegt sich der luftdicht schliessende Kolben d, dessen Stange nach Unten mit dem Querhaupt e und nach Oben durch Zugstangen mit dem Querhaupt f verbunden ist, welches an der Zwieselkette hängt. Das Querhaupt e wirkt durch die Zugstangen mm auf die Hebel, welche auf den die Excentrics tragenden Wellen aufsitzen. Im Zustand der Ruhe steht der Kolben im Luftcylinder unten und die Excentrics greifen in den Leitbaum ein. Beim Anheben des Förderseils wird vermittelst des Querhaupts f das Querhaupt e und mit ihm der Kolben d bis in seine höchste Stelle gehoben, zugleich werden die Hebelarme m angezogen und dadurch die Excentrics geöffnet. Dabei wird die Luft im Cylinder auf $^1/_5$ ihres Volumens zusammengedrückt, so dass eine Spannung von 5 Atmosphären oder 4 Atmosphären Ueberdruck in dem Cylinder eintritt, welcher bei einem Seilbruch, wo das Querhaupt f und mit ihm der Kolben fällt, wirksam wird und dadurch die Excentrics herumwirft, so dass sie in die Leitbäume eingreifen. Der Apparat hat sich gut bewährt. Auf ähnlicher Grundlage in Bezug auf die bewegende Kraft beruht die bei einem Kasten zur Wasserförderung auf der Grube Rheinpreussen angebrachte Fangvorrichtung[342]). — An dem oben S. 134 erwähnten Fördergestell auf den Gruben von **Blanzy** ist eine Fangvorrichtung von White und Grant mit Spiralfedern angebracht, welche bisher noch jeden Unglücksfall bei der Seilfahrt vermieden haben soll[343]). — Auf der Galmeigrube **Altenberg** bei Aachen wird eine von **Krauss** und **Kley** angegebene Fangvorrichtung[344]) angewendet, welche zunächst ganz nach dem Princip von White und Grant construirt ist; das Herumwerfen der Excentrics wird durch Gummibänder bewirkt. Der möglichst rapide Eingriff der Excentrics geschieht hauptsächlich in Folge der verschiedenen Fallgeschwindigkeit des

---

[341]) Hauchecorne a. a. O. S. 80. — Nitzsch a. a. O. S. 387. — Selbach a. a. O. S. 46. — Maiss a. a. O. S. 363.

[342]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 277.

[343]) Burat: les houillères en 1868. p. 105. — Nitzsch a. a. O. S. 387.

[344]) Billharz: Förderkorb mit Fangvorrichtung auf der Grube Altenberg in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 13. S. 499. — Nitzsch a. a. O. S. 389. — Selbach a. a. O. S. 51.

oberen Theils des Förderkorbs d. h. der Excentricachsen und des unteren Theils, in welchem die Last ruht. Dieselbe wird dadurch hervorgerufen,

Fig. 567.

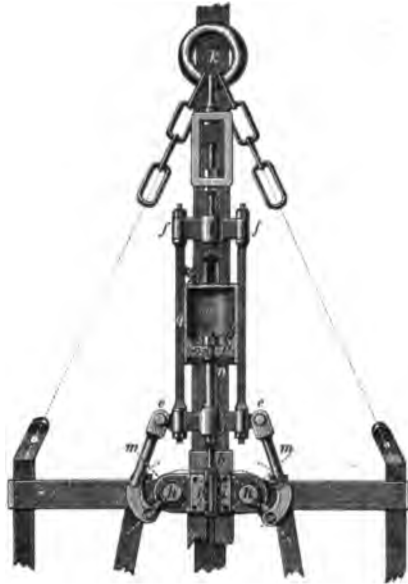
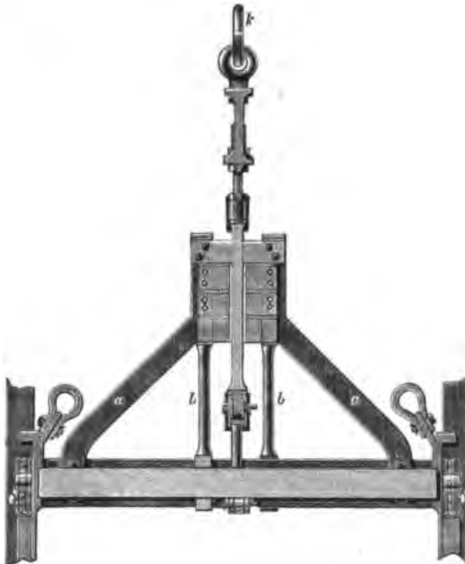


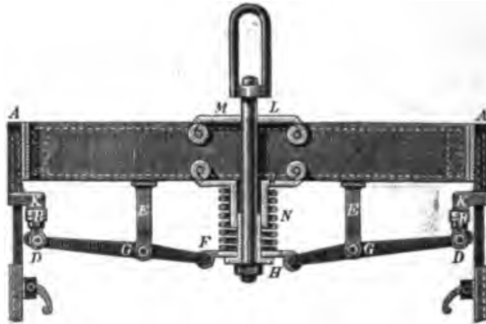
Fig. 568.



dass auf der Excentricwelle ein Fallschirm aus Eisenblech sitzt, welcher bei Niedergehen des Korbes der Luft Widerstand entgegensetzt und da-

durch veranlasst, dass die Zugkraft der Last vermöge der nach dem Seilbruche sich rasch steigernden Geschwindigkeit plötzlich stärker auf ihre Aufhängepunkte in den unteren Hebelsarmen der Excentrics wirkt und dadurch das Eingreifen der letzteren beschleunigt. Der Apparat, welcher bereits seit dem Jahre 1861 im Betriebe befindlich ist, hat in verschiedenen Fällen, wo ein Seilbruch eingetreten war, functionirt und vor Unfällen geschützt. — Derselbe Gedanke liegt der Vorrichtung von Calow[345]) zu Grunde, doch soll die geringere Fallgeschwindigkeit des oberen Theils des Fördergestells in völlig unzureichender Weise durch eine Spiralfeder hervorgerufen werden. — Hierher gehört die Vorrichtung mit excentrischen Fangklauen auf der Grube Königin Elisabeth bei Altenessen von Fritz. Die Arbeit wird den Federn dadurch erleichtert, dass die Achsen der

Fig. 569.



Fangklauen nebst ihren Lagern in einem Schlitze nach Oben beweglich sind, so dass bei einem Seilbruch die Klauen nur so fest in die Leitung einzuschlagen sind, dass die Achsen mit ihrem Gewicht festzuhalten sind. Der Korb gleitet dann in dem Schlitz an den Achsen weiter, bis er auf diesen aufruht und die Klauen noch fester in die Leitung eintreibt, wobei nur zu fürchten bleibt, dass der Korb vermöge seines Gewichts die Klauen abbricht[346]).

4. Die Keilfangvorrichtungen erlangen in neuerer Zeit häufigere Anwendung. Eine solche ist an dem bereits mehrfach erwähnten, von Pinno construirten Förderkorbe auf Dechenschacht II der Heinitzgrube bei Saarbrücken benutzt[347]). Auf jeder Seite befinden sich zwei gezahnte Keile, welche sich in einer schwalbenschwanzförmigen Nute der Führungsstange A, Fig. 569, bewegen; beide Keile sind unten mit einer Schraube

---

[345]) The Mining Journal. London 1869. p. 764. — Nitzsch a. a. O. S. 384. — Selbach a. a. O. S. 40. — Maiss a. a. O. S. 363.

[346]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 162. — Selbach a. a. O. S. 74.

[347]) Pinno a. a. O. Bd. 18B. S. 40. — Nitzsch a. a. O. S. 392.

versehen, mit welcher sie auf die Traverse B wirken. Die Löcher in der Traverse sind oval, damit die Keile darin eine seitliche Bewegung machen können. An die Traverse B ist das Charnier D befestigt; dieses, so wie ein zweites Charnier E und die Platte F mit Charnier nehmen den ungleicharmigen Hebel G auf. Durch die Mitte der Platte F geht ein hohler Cylinder H mit Flantsche, welcher sich in der Hülse I auf- und abbewegen kann. Durch den hohlen Cylinder geht der Tragbolzen L, welcher oben durch die Platte M geführt wird und an welchem das Förderseil befestigt ist. Zwischen der Platte F und der Hülse I liegt eine Spiralfeder N von 26 Millimeter dickem Stahldraht. Wenn das Förderseil angezogen ist, wird die Feder zusammengedrückt, dadurch werden die Hebel GG in Bewegung gesetzt und die Keile K bewegen sich nach Unten, entfernen sich dadurch von der Leitung. Reisst das Seil, so springt die gespannte Feder zurück und treibt mittelst der Hebel GG die Keile K an die Schachtleitungen an, so dass der Förderkorb hängen bleibt. Bei einem Bruche des Tragebolzens wirkte der Apparat augenblicklich, ohne dass die Keile eine Verletzung der Schachtleitung hervorgerufen hatten. — An dem von Schönemann für die Grube Gerhard bei Saarbrücken construirten, oben S. 133 beschriebenen und in Figur 528. 529. 530. dargestellten Förderkorb ist folgende Fangvorrichtung angebracht[348]). An den Querplatten rr sind bei pp zwei Drehpunkte für die Fangklauen ll, bei D ein Drehpunkt für die beiden Winkelhebel cc und bei nn Stützpunkte für die Federbüchsen FF und Führungen für die Stangen bb angebracht, durch welche die Fangklauen mit den kurzen Hebelarmen von cc verbunden sind. An deren lange Hebelarme greifen die an der Scheibe dd sitzenden Zugstangen mm, während unter diese Scheibe der Kopf des Hängebolzens greift. Auf der Scheibe liegt ein aus 6 Ringen bestehendes Gummipolster, welches sich oben gegen die durch die Stangen r'r' an den Querplatten rr befestigte Scheibe ff anlehnt und beim Anziehen des Bolzens durch die Scheibe dd zusammengepresst wird. Der Bolzen ist mittelst der kurzen Kette P'' an denselben Bügel gehängt, an welchen die Zwieselketten eingreifen. Im Zustande der Ruhe legen sich die Klauen bei herabhängendem Bolzen an die Schachtleitung. Beim Anheben des Seils hebt sich der Bolzen, mit ihm die Scheibe d, das Gummipolster wird zusammengedrückt, die Klauen ll werden durch Anheben der langen Arme des Hebels cc zurückgezogen und die Spiralfedern FF comprimirt; durch völligen Anhub der Zwieselketten wird diese Anspannung begränzt. Bricht das Seil, so drücken die Federn FF und zugleich das frei werdende Gummipolster die Klauen gegen die Schachtleitung. Die Federn sind immer gleichmässig in Anspruch genommen, da sie nie die Förderlast oder Stösse auszuhalten haben, so dass

[348]) Hauchecorne: a. a. O. S. 79. — Nitzsch a. a. O. S. 385. — Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 334. — Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 564.

sie wenig leiden. — Eine sehr einfache Construction ist von Bellhouse[349]) angegeben. Von den durch Figur 570 verdeutlichten Klauengewichten sind an zwei Seiten des Förderkorbs, den Leitbaum zwischen sich nehmend, je zwei bei a auf Bolzen aufgehängt, bei b greifen in das Gewicht Ketten, welche mit den Zwieselketten verbunden sind. Wenn diese angezogen sind. werden die Gewichte gehoben und die Klauen von den Leitbäumen entfernt; bricht das Seil, so fallen die Gewichte und drücken die Klauen

Fig. 570.



gegen die Leitung. Ein Versuch auf Bergwerken ist nicht bekannt geworden. Hierher gehört auch die Vorrichtung von Owen, welche sich auf englischen Steinkohlengruben zuweilen angewendet findet[350]). — Zu dieser Klasse von Fangvorrichtungen gehört ferner die von Hypersiel in Belgien eingeführte[351]), auch die von Kneisel[352]) beim sächsischen Steinkohlenbergbau angewendete. Aus neuerer Zeit möchten noch zu nennen sein die Vorrichtungen von Pickering[353]), Dorney[354]), Kiepenheuer[355]), Benninghaus[356]), Parachute à fourches et à taquets in Belgien auf den Gruben von Carmaux[357]). Die von Eickhoff und Ardelt in Bochum[358]) angegebene Vorrichtung wurde nach den mit dem Modell vorgenommenen Versuchen sehr empfohlen, weil sie nur ganz allmälig bremsend wirkt und

---

[349]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 89. p. 13.

[350]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 87.

[351]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome III. p. 347. — Nitzsch a. a. O. S. 381.

[352]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 404.

[353]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 126.

[354]) Ebenda.

[355]) Glückauf. Essen 1878. No. 94.

[356]) Ebenda. No. 39. 104. — Selbach a. a. O. S. 76.

[357]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 8. p. 931.

[358]) Glückauf. Essen 1877. No. 14. — Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 398. — Nitzsch a. a. O. S. 398. — Selbach a. a. O. S. 75. — The Mining Journal. London 1877. p. 384.

jeden Stoss vermeidet, auch für eiserne, gleich wie für hölzerne Leitungen anwendbar ist, sie wird indess von Nitzsch, wie von Selbach wegen ihrer zu grossen Complicirtheit verworfen und scheint auch nicht zur praktischen Anwendung gelangt zu sein.

Eichenhauer hat eine Fangvorrichtung construirt, welche auf dem Widerstande beruht, welchen das Wasser einem Zusammendrücken entgegengesetzt. Dieselbe ist bis jetzt Project geblieben und hat begründeten Widerspruch erfahren, weshalb sie hier nur erwähnt sein mag[359]).

Es würde zu weit führen, alle einzelnen Abänderungen der Fangvorrichtungen hier aufzuzählen, wie es in ziemlich erschöpfender Weise in den oben angezogenen Aufsätzen von Bauré und Malmedie, sowie in den Arbeiten von Nitzsch, Selbach, auch von Maiss, geschehen ist; zu erwähnen dürfte noch die in Westfalen zur Anwendung gelangte Fangvorrichtung von Lohmann[360]) sein, welche darin ihren Vorzug hat, dass ihre Wirkung vollständig unabhängig von dem Seil und dem Fördergestell ist; sie beruht auf dem Satze, dass ein frei fallender Körper sein Gewicht verliert. Die Fangeklauen, ähnlich denen an der Vorrichtung von Fontaine, sind für gewöhnlich frei herabhängend und berühren den Leitbaum nicht, sie können durch die angespannt gehaltene Feder, deren Kraft dem halben Gewicht der Klauen entspricht, nicht gehoben werden. In dem Augenblick, wo das Seil reisst, fällt der Korb frei im Schachte herab, er verliert sein Gewicht, mit ihm auch die Fangeklauen, so dass jetzt die Kraft der Feder genügt, diese zu heben und mit den Leitbäumen in Berührung zu bringen; in diesem Moment ist der freie Fall gehindert, der Korb gewinnt sein Gewicht wieder, durch welches dann die Klauen noch tiefer in die Leitbäume eingebohrt werden und das Fangen vollendet ist. Während bei den übrigen Vorrichtungen die Federn, beziehungsweise Gummibänder erst die Spannkraft durch den Bruch des Seils gewinnen, ist hier die Feder dauernd in Spannung und functionirt sofort, wenn der freie Fall des Korbes eintritt, nur wird man darauf zu wachen haben, dass die Feder nicht während des ungestörten Betriebs von ihrer Spannung verliert, weil sonst ein Fangen unmöglich wird.

Fast allen Fangvorrichtungen hängt der Uebelstand an, dass nach einem Seilbruche das frei gewordene Fördergestell ein so bedeutendes Fall-

---

[359]) Eichenauer: Fangvorrichtung für Fördermaschinen in Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 13. S. 225. — Desgl. in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 405. — Bemerkungen über dieselbe in Berggeist. Köln 1869. S. 537. 557. — Nitzsch a. a. O. S. 398. — Selbach a. a. O. S. 51.

[360]) Heising: über Fangvorrichtungen in „Glückauf" 1867. No. 13. 14; Jhrg. 1868. No. 39. 40. — Mohr in den Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. S. 61 in den Verhandlungen des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. Bonn. Jahrg. 27. — Selbach a. a. O. S. 40.

moment gewinnt, dass die Fangapparate, statt zu fangen, zertrümmert werden; nur die noch später zu erwähnende Fallbremse von Hoppe ist im Stande, den fallenden Korb allmälig zur Ruhe zu bringen. Eine gleiche Absicht verfolgt die Einrichtung des Oberbergraths von Sparre zu Dortmund[361]) für die sonstigen Fangvorrichtungen, indem er dieselben an einem vom Fördergestell unabhängigen Rahmen anbringt, diese den Stoss des Fangens aufnehmen lässt, während der inzwischen mit verzögerter Geschwindigkeit weiter fallende Förderkorb allmälig festgehalten wird, so dass der Fangapparat bereits gewirkt hat, bevor das Fallmoment des Korbes sich äussern kann. Der Rahmen besteht aus einem eisernen Träger a, Fig. 571, 572, welcher aus T-Eisen besteht und an den Enden mit schuhartigen, denen des Fördergestells genau entsprechenden Leitungen ausläuft und mit diesen die Leitbäume h umfasst. In der Mitte des Trägers befindet sich eine Rundung, in welcher ein 2 bis 2½ Meter langes, 13 Centimeter weites schmiedeeisernes Rohr b mit angeschweisstem Boden befestigt ist. Dieser hat in der Mitte ein Loch und ist mit einem kurzen Ansatzstück c versehen, an dem eine Stopfbüchse angebracht ist. Durch die Stopfbüchse geht eine Kolbenstange d, an deren unterem Ende das Fördergestell A hängt, während sie am oberen den Kolben e trägt, über welchem durch den Ring f die Verbindung mit dem Seile g hergestellt wird. Der Raum im Rohre ist mit Luft und weichem Material, wie Seegras, Pferdehaar, Heu angefüllt. Als Fangvorrichtung trägt der Rahmen die Lohmann'sche ik, kann aber auch jede andere erhalten. Bei einem Seilbruche greift zunächst der Fangapparat in die Leitbäume h, während das Fördergestell noch um die ganze Länge der Kolbenstange, also 2 bis 2½ Meter, weiter fällt, dabei aber die unter dem Kolben befindliche Luft und das zusammendrückbare Material comprimirt und mit verzögerter Geschwindigkeit endlich festgehalten wird. — Auf ganz gleichem Princip beruht die Fangbremse von Menzel[362]), bei welcher die Arbeit des Verzögerns durch das Eindringen eines Stahldorns in einen mit Blei ausgefüllten Cylinder ausgeführt wird. — Hierher gehört auch die Construction von Lieven[362a]), welche aber an Complicirtheit leidet.

Zum Fangen an eiserner Schachtleitung ist von dem Ingenieur Hoppe auf dem Hoppeschacht der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien eine sinnreiche Construction ausgeführt, welcher er den Namen Fallbremse gegeben hat[363]). Dieselbe beruht auf dem Princip, dass die

---

[361]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 331. — Nitzsch a. a. O. S. 398. — Selbach a. a. O. S. 73.

[362]) Der Civilingenieur 1877. S. 607. — Dingler polyt. Journal. Bd. 227 S. 544. — Selbach a. a. O. S. 73.

[362a]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 450.

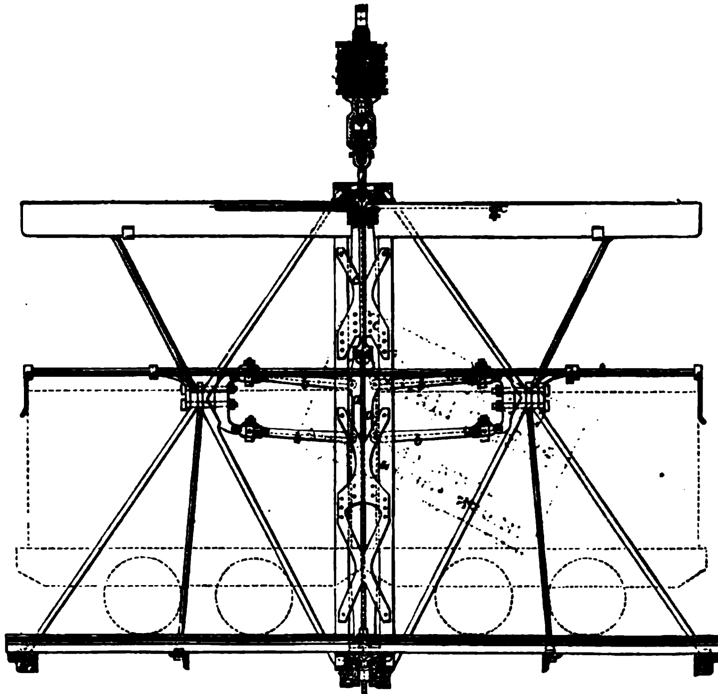
[363]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 619. — Pietsch in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 66. — Ebenda. Bd. 20B. S. 378. — Nietzsch a. a. O. S. 400. — Selbach a. a. O. S. 68. — Berg- u. hüttenm. Zeitung




PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX

Reibung der Bremsbacken an den Leitstangen die lebendige Kraft des fallenden Fördergerippes aufhebt, was sie bei jeder Bewegung des Fördergerippes, sobald das Seil sie nicht mehr trägt, zu bewirken hat, während sie selbst den normalen Betrieb nicht hindern darf. Dabei ist die zuverlässige angemessene Begränzung des Bremswiderstandes eine unerlässliche Bedingung, wenn nicht eine Zerstörung der Förderschale eintreten soll. Die Bremse wird durch ein Paar Backen aa, Fig. 573, 574, mit glatten

Fig. 573.



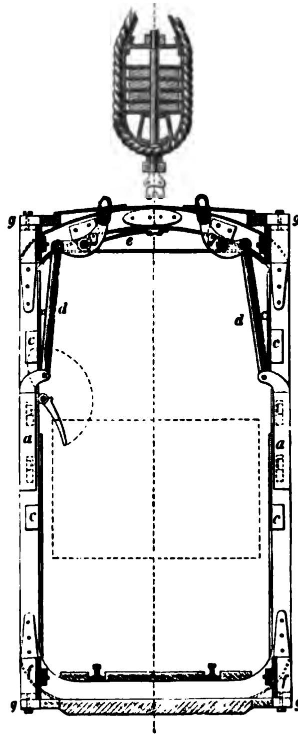
harten Bahnen gebildet, welche an den Mförmigen Leitungsschienen gleiten und an dieselben durch die Lenkstangen bb angedrückt und mit diesen und der Zugstange dd durch je eine Feder e nach Oben gezogen werden. Die Lenkstangen bb werden durch Keilschrauben so gestellt, dass die Bremsbacken 26 Millimeter unter ihrer höchsten Stellung oder 52 Millimeter unter der Stellung, wo die Lenkstangen wagerecht liegen würden, mit ihrer ganzen Bahn die Leitschienen berühren, ohne dieselben nach irgend einer Seite aus ihrer geraden Richtung hinauszudrängen. Die Federn e

---

von Kerl u. Wimmer 1877. S. 334. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 564. — Maiss a. a. O. S. 378. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1877. S. 409.

werden so angespannt, dass sie die Bremse in dieser Lage so eben zuverlässig tragen. Der Hub der Bremsbacken ist nach Oben durch die Führungsschlitze der Lenkstangen auf 26 Millimeter über die angegebene Stellung begränzt und drückt, wenn er die Gränze erreicht, mittelst der Lenkstangen deren Stützpunkt um $1^3/_4$ Millimeter nach jeder Seite hinaus, wogegen das Fördergerippe einen elastischen Widerstand bietet, welcher umgekehrt die Bremsbacken mit derselben Kraft gegen die Leitschienen drückt

Fig. 574.



und dadurch eine Reibung erzeugt, welche bei nahezu glatt gelaufenen, unsauber geschmierten Schienen so stark ist, dass das Sinken des Förderkorbes nur noch der einfachen Förderlast entspricht und in 1 Sekunde beendet ist. Auf die gleichmässige Stärke der Leitungsschienen ist nach Möglichkeit Bedacht zu nehmen, jedenfalls sind die dünneren nach Oben, die dickeren nach dem Schachttiefsten zu bringen; sollte durch den Gebrauch ein Dünnerwerden eintreten, so ist die ursprüngliche Stellung der Lenkstangen entsprechend zu corrigiren. Auch für eine genügende Steifigkeit und eine solide Befestigung der Leitschienen ist Sorge zu tragen, damit kein Verbiegen oder selbst Knicken derselben stattfinden kann, wenn die

Bremse angreift. Bei regelmässigem Betriebe gleiten die Bremsbacken nie unter Druck an den Leitschienen, nur beim Aufsetzen auf der Hängebank oder im Füllorte legen sie sich ruhig an, so dass ein Abschleissen ihrer Bahnen nicht stattfindet. Ueber und unter den Bremsbacken sind noch Eckeisenstücke cc am Gerüst befestigt, welche bei etwaigen Schwankungen oder kleinen Verbiegungen der Leitschienen verhindern, dass diese an die Bremsbacken streifen und diese zum Einrücken veranlassen. Gegen die Folgen des unvorsichtigen Ausrückens dient ein Kautschukpuffer, welcher mit der Schraube h so weit angespannt wird, dass er nur bei Ueberschreitung der Förderlast weiter nachgiebt, mithin keinen unnützen todten Gang erzeugt. Andererseits ist zur Vermeidung der Nachtheile eines zu plötzlichen Aufsetzens im Schachttiefsten ein federndes Schwellenwerk eingebaut, welches weiter unten noch erwähnt werden soll. — Auch auf dem Erbreichschacht der Königsgrube in Oberschlesien ist die Fallbremse von Hoppe eingeführt[364]).

Wilmar beschreibt eine Vorrichtung, welche von Sellers und Comp. in Philadelphia ausgestellt war und von Selbach amerikanische Pendelsicherheitsvorrichtung genannt wird[365]). In Fig. 575, 576, 577 ist A der Leitbaum, welcher mit gusseisernen Platten versehen ist, in welche eine schlangenförmige Nut eingeschnitten ist; BB sind Rollen am Förderkorb a'a' a'a', durch welche derselbe an der Leitung geführt wird. Der Förderkorb ist bei b' mit dem Seil befestigt. Auf jeder Seite des Förderkorbes, der Vorderfläche der Leitbäume zugekehrt, hängt, ohne mit dem Seil verbunden zu sein, ein Pendel c'c', dessen Aufhängestelle durch Fig. 576 dargestellt ist; dasselbe greift unten etwas nach Innen über und dieser Vorsprung trägt die Zähne d', welche den am Förderkorb sitzenden Zähnen e' entgegenstehen; ausserdem trägt der Pendel bei f' einen Dorn, welcher in die schlangenförmige Nut eingreift. Bei der Förderung wird der Pendel in Schwingungen versetzt und der Dorn f' gleitet in der Schlangenlinie, welche die Richtung der Resultande aus der Geschwindigkeit auf- und abwärts und der Geschwindigkeit des hin- und hergehenden Pendels verfolgt. Wird die auf- oder abwärts gehende Geschwindigkeit grösser, als diejenige, für welche die Schlangenlinie construirt ist, so kann der Pendel nicht mehr ungehindert vor dem Förderkorbe hin- und herschwingen; der letztere holt es ein, der Bolzen g' am Aufhängepunkt des Pendels geht schneller nach unten, bis die am Förderkorb befindlichen Zähne in die des Pendels eingreifen, wodurch der Förderkorb arretirt ist. Bei einem Seilbruch, bei welchem die Geschwindigkeit wächst, erfolgt die Arretirung ebenso. Am Abwärtsgleiten in der Schlangenlinie sollen den Korb die

[364]) Dieselbe Zeitschr. Bd. 23B. S. 108.

[365]) Dingler polyt. Journal. Bd. 223. S. 44. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 186. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 138. — Selbach a. a. O. S. 60.

Führungsrollen B B verhindern. Selbach meint, dass dem Apparat bei verhältnissmässiger Einfachheit sehr grosse Sicherheit kaum abzusprechen sei: erprobt ist er beim Bergbau noch nicht.

Fig. 575.

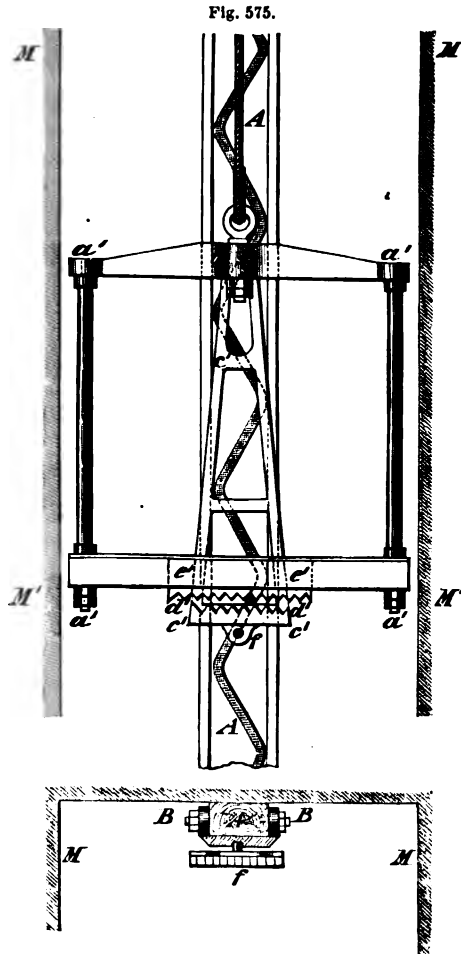


Fig. 576.

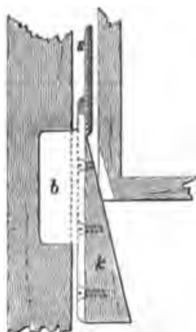
Fig. 577.

Um den plötzlichen Stoss beim Reissen des Seils, welcher zerstörend wirkt, zu vermeiden, hat Cousin[366]) in Condé eine Fangvorrichtung an-

366) Glückauf. Essen 1875. No. 40. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 370. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 435; 1878. S. 549. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1875. S. 331; 1879. S. 187. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1879. S. 94. — Nitzsch a. a. O. S. 395. — Selbach a. a. O. S. 72. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 234.

gegeben. Sobald das Förderseil reisst, kommt eine Feder, welche bisher vom Förderseil arretirt war, in Thätigkeit und löst dadurch zwei Klauen, welche ein durch den ganzen Schacht in Ruhe hängendes Seil erfassen. Dieses Seil ist im Schachttiefsten befestigt und geht auf der Hängebank über eine Seilrolle, das von derselben herabhängende Seilende ist mit verschiedenen schwächeren Seilstücken verbunden, an welchen Gewichte hängen; diese Gewichte spannen das Seil beim gewöhnlichen Gange nicht an, weil sie auf Unterlagen ruhen. Die Klauen sind so angeordnet, dass sie durch das Eigengewicht des Förderkorbes immer fester gespannt werden; dabei erfolgt aber kein plötzlicher Stoss, sondern ein allmäliges Langsamerwerden der herabgehenden Bewegung bis zum endlichen Stillstand. Indem nämlich durch die Klauen das Sicherheitsseil erfasst und angespannt wird, heben sich die Gewichte über Tage von ihren Unterlagen; da indess die Seilstücke verschiedene Längen haben und die Gewichte an den längeren Seil-

Fig. 578.



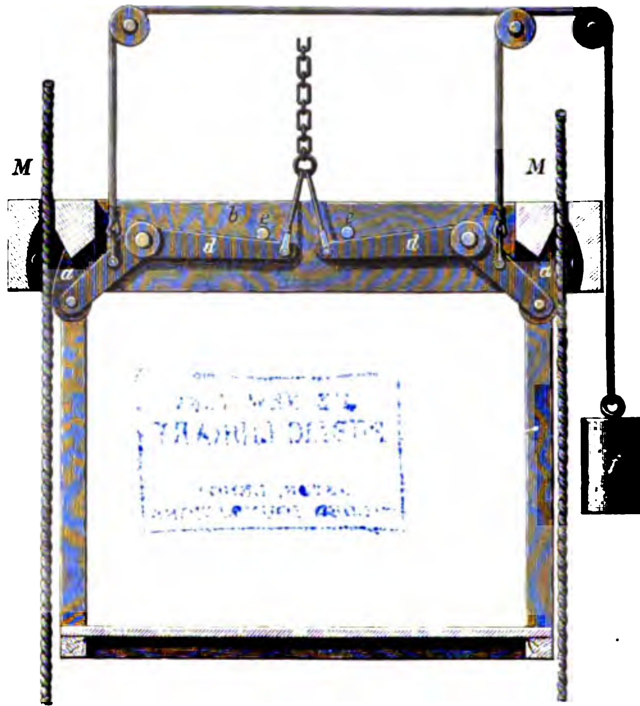
stücken um so schwerer werden, kommen dieselben erst nach und nach zur Wirkung und spannen das Führungsseil ganz allmälig bis zum vollständigen Stillstande des Förderkorbs. Wenn sich diese Vorrichtung bewährt, würde sie auch bei Drahtseilleitungen zweckmässige Verwendung finden können. — Bei der dem Bergassessor Dr. Busse patentirten Vorrichtung ist gleichfalls ein Nebenseil vorhanden, in welches die Fangklauen eingreifen sollen[367]). — Die von Koepe bei der von ihm eingeführten Fördermethode benutzte Fangvorrichtung wird bei jener zur Sprache kommen. — Auch die Vorrichtung von Davis[368]) bezweckt eine Vermeidung des Stosses. Unter dem Fördergestell hängt mittelst des Seils s ein Keil k, Fig. 578, und folgt demselben beim Auf- und Abwärtsfördern. Dieser Keil hat eiserne Zähne und wird durch einen eisernen Schuh b an

[367]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 421. — Selbach a. a. O. S. 58.

[368]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 71.

der Leitung geführt; die dünnste Stelle des Keils befindet sich zwischen der Leitung und dem unteren Boden des Fördergestells in einem passenden Ausschnitt, berührt aber den Förderkorb nicht. Sobald das Seil reisst, setzt sich das Fördergestell auf den Keil auf, drückt denselben zwischen sich und die Führung und mittelst seines Gewichts die Zähne des Keils in die Leitung, so dass das Gleiten des Keils und somit des Fördergestells aufhört. Solche Keile kann man auf jeder Seite des Förderkorbes an-

Fig. 579.



bringen. — Auf die Einschiebung eines Keils zwischen Förderkorb und Leitung mittelst einer Feder beruht auch die von Ebeling für die Grube Friedenshoffnung in Schlesien construirte Fangvorrichtung[368a]).

Zum Fangen des Förderkorbs bei Anwendung von Drahtseilleitung ist von Merrick eine Construction angegeben[369]). Die Bremskeile haben die in Figur 579 verdeutlichte Form a, ihnen vollständig entsprechend sind die mit dem Querbalken b des Fördergestells verbundenen Führungen c c, welche die Drahtleitungen MM' aufnehmen, ausgekehlt. Die Keile a a sind

---

368a) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 59.

369) The Practical Mechanics' Journal. London 1868/69. p. 204.

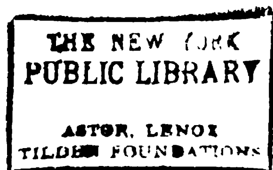


Fig. 580.

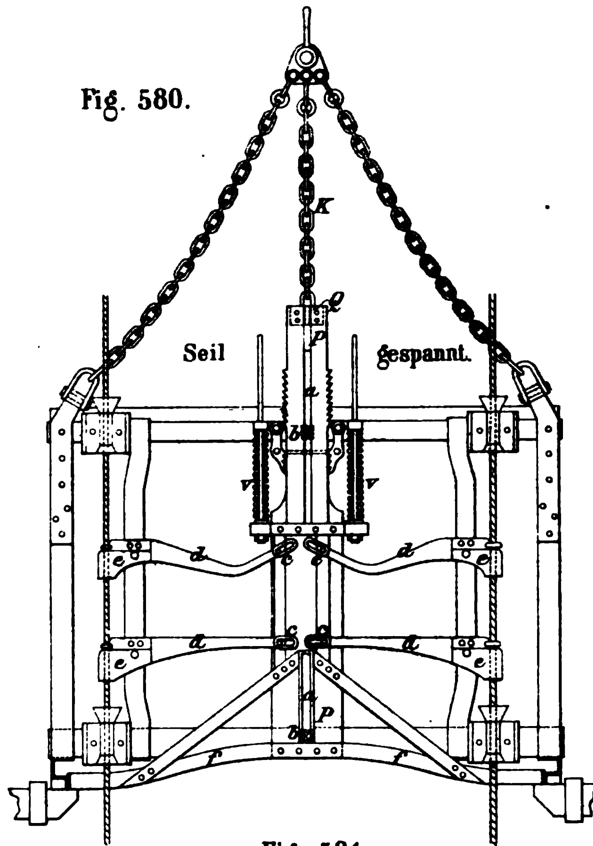
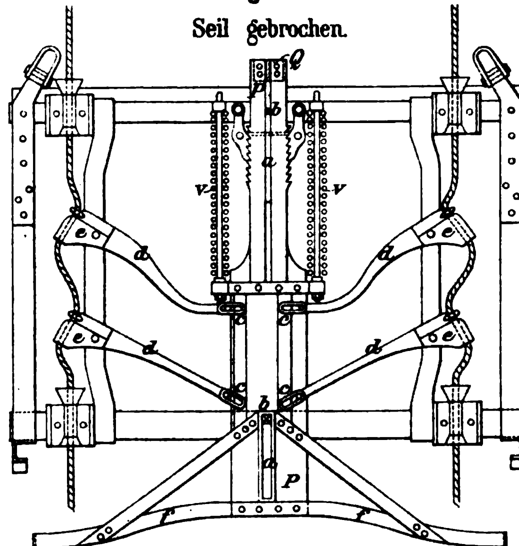


Fig. 581.

Seil gebrochen.



mit dem kurzen Arm der Winkelhebel dd verbunden, an deren langem Arm die Zwieselkette befestigt ist. So lange diese angezogen bleibt, werden die langen Arme der Hebel in die Höhe gezogen, wobei indess der Aufzug durch die Stifte ee begränzt ist; hierdurch werden die Keile ausserhalb der Seilführung cc gehalten; sobald das Förderseil bricht und die Zwieselkette schlaff wird, machen die Winkelhebel eine Drehung, so dass die Keile in die ihnen entsprechende Oeffnung der Leitungsführung eintreten können und die Seilleitung anpressen, was dadurch unterstützt wird, dass mit den Winkelhebeln das Gewicht f verbunden ist, welches nach dem Schlaffwerden der Zwieselketten thätig wird und das Anpressen der Keile an die Seilleitung wirksam werden lässt, so dass der Förderkorb festgestellt wird. — Von zweifelhafterer Wirksamkeit ist die von John King angegebene Fangvorrichtung für Drahtseilleitung[370]. Auf der Grube Zollern in Westfalen[371] hat man für Drahtseilleitungen eine Fangvorrichtung, bestehend aus einem System von Hebeln, versucht, welche beim Seilbruche durch eine Feder bewegt werden und sich zwischen das Fördergestell und die Leitungsseile einklemmen; die Versuche sind aber noch nicht abgeschlossen. — Auf der Redenhütte in Zabrze wird nach dem Patent Solfrian[372] eine Fangvorrichtung für Seilleitungen hergestellt, welche auf der Guidogrube daselbst in Gebrauch genommen ist. Dieselbe functionirt in der Weise, dass jedes der vier Führungsseile an zwei Stellen eingeknickt wird und der Korb in den entstehenden acht Knicken hängen bleibt. Es wird dieser Effect in folgender Weise ermöglicht: An jeder Seite des Förderkorbes befindet sich eine Platte P, Fig. 580. 581, welche sich, vermittelst zweier Schlitze a geführt, durch die an dem oberen und unteren Rahmen befestigten Stifte bb auf- und abwärts verschieben lässt. Beide Platten sind oben durch ein Querstück Q fest mit einander verbunden. Die Endpunkte dieses Querstückes sind durch zwei Ketten K an das Förderseil angeschlossen. An jeder der Platten P befinden sich die vier Stifte c; vermittelst dieser Stifte werden die vier Hebel d beim Niedergehen der Platten in der Weise um ihre an der Förderschale befestigten Drehpunkte e bewegt, dass ein Einknicken der Führungsseile nach Fig. 580 herbeigeführt wird. Diese Knicke sind vollständig geeignet, das Gewicht der beladenen Schale zu tragen und dieselbe vor dem Herabfallen zu schützen. Die Ketten K sind so adjustirt, dass sie bei hängender Schale die Platten P so weit nach oben ziehen, dass die Hebel d horizontal, beziehungsweise so stehen, dass beim Auf- und Abwärtsbewegen der Schale das Hebelmaul ungehindert an den Führungsseilen auf- und abgleiten kann. Damit die Hebel auch beim Aufsetzen der Schale diese horizontale Lage

[370]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 120. — Nitzsch a. a. O. S. 397.

[371]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Berlin. Bd. 23B. S. 109.

[372]) Selbach a. a. O. S. 71.

beibehalten, sind die Platten P unten mit einem Rahmen f versehen, welcher sich gleichzeitig mit der Schale auf die Aufsatzvorrichtung auflegt. Wenn nun ein Seilbruch eintritt, so werden die beiden Platten P durch vier sehr kräftige Spiralfedern v mit beschleunigter Geschwindigkeit nach unten geschleudert. Hierdurch werden die acht Hebel um ihre Drehpunkte bewegt und die Knickung der Führungsseile herbeigeführt. Damit die Platten P nicht nach oben zurückgeschleudert werden können, ist jede derselben an ihrem oberen Theile mit zwei Zahnstangen versehen, in welche zwei Sperrklinken eingreifen, die durch eine horizontale Spiralfeder im Eingriff erhalten werden. Diese Sperrklinken lassen sich vom Innern der Schale aus controliren und auslösen. Die Führungsseile sind oben befestigt und unten mit Gewichten belastet, um eine entsprechende Spannung zu erreichen. Die Seile werden, wenn das Knicken derselben eintritt, mit ihren Gewichten etwas angehoben. Wie die Versuche ergeben haben, sind diese Einknickungen in Folge der grossen Abrundung durchaus unschädlich. Die Seile strecken sich sofort wieder, wenn der Korb angehoben wird. Auch bewirken die Knicke kein plötzliches Festhalten des Korbes, wenn derselbe belastet ist oder sich beim Einhängen schnell abwärts bewegt. Der Korb fällt in diesem Falle noch eine Strecke weiter, bis er ganz zur Ruhe kommt, wodurch die Gefahren, welche durch den momentanen Uebergang schneller Bewegung in Ruhe entstehen, beseitigt werden.

Alle Apparate haben den Nachtheil, dass sie die todte Last vermehren. Die Wirksamkeit wird am ehesten eintreten, wenn der Seilbruch beim Aufgange des Gestells erfolgt, weil alsdann dasselbe beim Niederfallen durch den todten Punkt hindurch passiren muss und hier das Greifen des Apparats am wirksamsten wird. Als gelöst ist die Aufgabe, den Seilbruch unschädlich zu machen, noch nicht zu betrachten, immerhin aber vermehren die Fangapparate die Sicherheit, namentlich beim Fördern von Menschen, wenn man sich dadurch nicht verleiten lässt, dem Zustande des Seils und aller zur Förderung gehörenden Vorrichtungen geringere Aufmerksamkeit zu schenken. Durch die Befürchtung, diese Aufmerksamkeit vernachlässigt zu sehen, ist auf den englischen Bergwerken die Anwendung von Fangvorrichtungen nicht allgemein verbreitet[373]). Die Aufgabe jeder Fangvorrichtung ist, wie Nitzsch nachweist[374]), eine lebendige Kraft d. i das Produkt aus Gewicht und Geschwindigkeitshöhe des Förderkorbes aufzuheben, was nur durch eine mechanische Arbeit geschehen kann. Die zu dieser mechanischen Arbeit gehörige verzögernde Kraft einschliesslich der zum Tragen der Last nöthigen darf die Haltbarkeit des Förderkorbes und aller sonstigen dadurch beanspruchten Theile niemals übersteigen, wenn nicht eine Zerstörung erfolgen

---

[373]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 86.
[374]) Nitzsch a. a. O. S. 356.

soll. Diese unerlässliche Bedingung ist bei keiner Fangvorrichtung, mit Ausnahme der von Hoppe, als erfüllt nachgewiesen, ohne welche keine Vorrichtung als zuverlässig anzusehen ist.

Zu missbilligen sind die Versuche, durch die auf dem Gestell fahrende Mannschaft die Hemmung des fallenden Fördergestells bewirken zu lassen.

Für tonnlägige Schächte sind die Fangvorrichtungen wenig ausgebildet; bringt man sie nach Art der in seigeren Schächten an, so würden meistentheils besondere Fangbäume erforderlich sein. Wenn mehrere Wagen in einem Zuge in flachen Schächten gefördert werden, hat man wohl einen besonderen Wagen angehängt, der hinten mit einer in eine Klaue endenden eisernen Stange versehen ist; dieselbe schleppt beim Aufziehen des beladenen Zuges nach und soll beim etwaigen Seilreissen den Niedergang des Zuges hemmen. Beim Einhängen des leeren Zuges, wo der betreffende Wagen vorn läuft, wird die Stange durch eine leichte Kette oder Schnur, die über eine Rolle bis vorn zum ersten Wagen geht, an das Seil der Art angeschlagen, dass beim Reissen des Seils die Stange niederfällt und die Hemmung des Zuges bewirken soll. Die Wirkung ist eine sehr zweifelhafte, so dass leider sehr häufig in flachen Schächten die Züge durchgehen, Zerstörungen der Wagen und der Schachtzimmerung, ja auch Verlust von Menschenleben hervorgerufen werden.

Für den tonnlägigen Schacht Vincke der Zeche Nachtigall-Neuglück in Westfalen ist eine Fangvorrichtung versucht worden[375]). An das Fördergestell sind die in Charnieren beweglichen Haken hh, Figur 582, angebracht, welche durch die Ketten kk mit dem Förderseil in Verbindung stehen und von demselben angezogen werden; auf die Haken drücken die Spiralfedern ff. Sobald das Seil reisst, bewirken die Federn ein Aufschlagen der Haken auf die Schachteinstriche aa, an welchen das Fördergestell hängen bleiben soll. Bei einem eingetretenen Seilbruche wurden zwar die Haken aufgedrückt, sie brachen aber in Folge des Aufschlagens ab, so dass der Förderkorb doch in die Tiefe ging. Jedenfalls müssen die Haken sehr stark sein, wenn der Zweck erreicht werden soll. — Eine derartige Vorrichtung für flache Schächte mit besonderen hölzernen Fangbäumen zu beiden Seiten der Förderbahn ist von Machačka angegeben, auf welche hier nur verwiesen wird[376]).

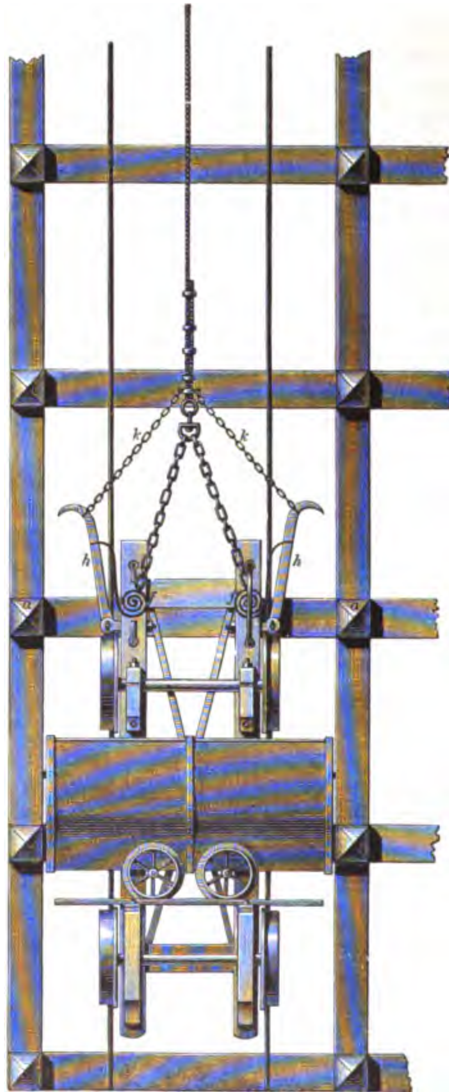
Auf der Grube Friedenshoffnung in Niederschlesien hat man bei der Förderung in einem abfallenden Schachte bei den Förderwagen an den beiden Seitenwänden je einen eisernen, einarmigen Hebel beweglich angebracht, welche in einer Klaue endigen und vor dem Wagen durch einen leichten, hölzernen Querarm verbunden sind. Dieses Verbindungsstück liegt

[375]) Hauchecorne a. a. O. S. 80. — Nitzsch a. a. O. S. 366. — Selbach a. a. O. S. 49.

[376]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 480.

während der Förderung auf dem Seil; sobald dieses reisst, fallen die Hebel herunter und greifen mit ihren Klauen in die Stege des Gestänges, so dass ein Abwärtsgleiten des Wagens verhindert ist. Jedenfalls müssen die Klauen

Fig. 582.



und Hebel sehr kräftig sein, damit sie nicht durchbrechen[377]). — Auf ähnlicher Grundlage beruht die Vorrichtung von Puschmann, bei welcher die

[377]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 105.

Klauen hinten in die Wagenräder eingehängt und vorn mittelst an dem Förderseile befestigte Schurzketten hochgehalten werden; sobald das Seil reisst, fallen die Schurzketten und mit ihnen die Klauen nieder, welche nun in die Sohle eingreifen sollen[378]). — Im Mansfeldischen hat man folgende Fänger in Benutzung[379]). Zwei Winkeleisen aa, Fig. 583, 584,

Fig. 583.

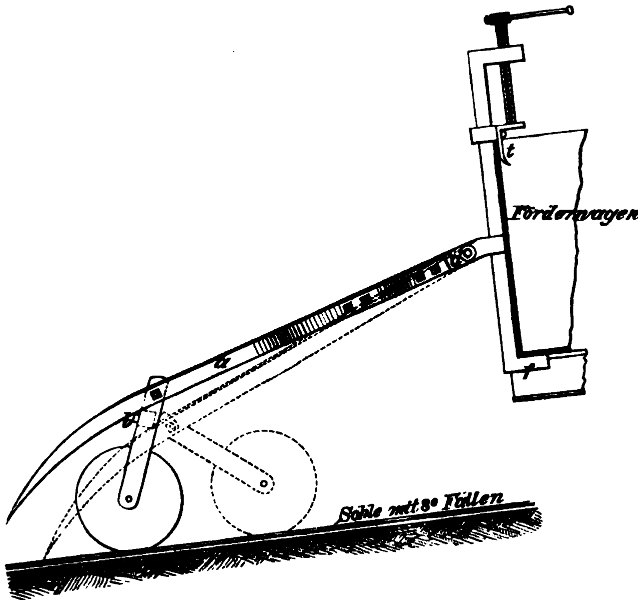
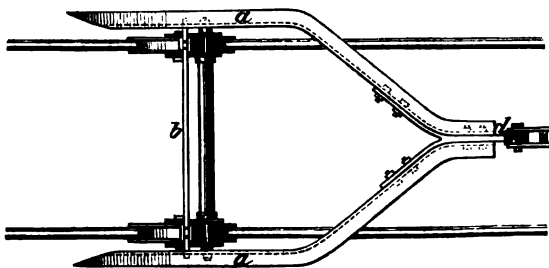


Fig. 584.



sind gabelförmig mit einander verbunden, sie laufen an der Verbindungsstelle in eine Zunge d aus, mit welcher die Gabel mittelst Vorstecker an den letzten Wagen befestigt wird, während die anderen Enden der Winkel-

[378]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 196. — Dingler polyt. Journal. Bd. 237. S. 361.

[379]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 277.

eisen in nach unten gebogene Spitzen auslaufen. Zwischen der Gabel, 0,45 Meter von unten, ist ein Steg angebracht, welcher innerhalb der Gabel an jeder Seite eine Scheere trägt, in welcher ein Holzrad läuft; diese Holzräder sind beiderseits mit Scheiben aus Eisenblech beschlagen, so dass sich Spurkränze bilden, mit denen die Räder auf den Schienen der einfallenden Strecke laufen. Auf die Scheeren ist ein eiserner Steg b aufgenietet, welcher mit seinen Enden unter die Gabel aa greift, so dass diese getragen wird und nicht auf der Streckensohle schleift, so lange die Verbindung des letzten Wagens mit den übrigen nicht gestört wird. Tritt dies oben ein, so schlagen die beiden Scheeren mit den Leitungsrädern sofort zurück, wie es punktirt angedeutet ist, und die Gabel aa greift in die Streckensohle ein, so dass die Wagen zum Stehen kommen oder aus dem Geleise aussetzen.

e. Einrichtung der Hängebank und der Anschlagörter.

1. Hängebank.

aa. Die Schachttonne oder das Fördergefäss verlässt das Seil nicht. In diesem Falle lenkt man die über der Schachtöffnung angelangte Tonne von dem Rande seitwärts und stürzt sie auf einer geneigten Ebene von Brettern um, oder lässt, wie bei den grossen cuffats in Belgien das Umstürzen der zur Seite gezogenen Tonne durch die Maschine bewirken, indem man eine Kette, welche oben befestigt und von unveränderlicher Länge ist, mit einem Haken in eine Oese am Boden des Gefässes hängt und nun das Maschinenseil nachlässt, so dass die Tonne nach der von der Kette abgekehrten Seite umstürzen muss.

An anderen Orten giebt man der Tonne oder dem Gefäss einen beweglichen Boden, der nach der Ankunft des Fördergefässes über der Hängebank geöffnet wird; dabei erfolgt entweder gleichfalls ein Seitwärtsziehen der Tonne und eine Entleerung in eine Rolle oder dgl. m., oder es wird ein Wagen untergeschoben, der also über den Schacht laufen muss, nachdem derselbe durch eine Rollbühne bedeckt ist; auf den englischen Steinsalzgruben schiebt man bewegliche Rinnen unter und entleert in diese.

Auf den Gruben bei Freiberg, auch im Mansfeldischen stürzt man die parallelepipedischen Gefässe in Verbindung mit 2 Leitbäumen, indem man der Tonne entweder besondere Sturzachsen giebt oder dazu den unteren Spurnagel benutzt; mit diesem setzt sich die Tonne auf die zu jeder Seite des Fördertrums in einem Einschnitt der Leitbäume, beziehungsweise der besonders vorhandenen Sturzbäume angebrachten, beweglichen Klinken (Sturzhaken), welche bei guter Einrichtung von dem Treibmeister mittelst Hebelvorrichtung gehandhabt werden; indem sich die Tonne unten aufsetzt und das Förderseil nachgelassen wird, schlägt sie oben nach einer Seite langsam um, wobei man durch Vorsetzen eines Querholzes diejenige Seite,

nach welcher das Umstürzen nicht erfolgen soll, bestimmen kann. Die eigentliche Hängebank ist hier etwas erhöht, damit von den ausgestürzten Massen nichts in den Schacht stürzt. — Auf denselben Grundlagen beruhende, vervollkommnete Einrichtungen hat man auf dem Ottiliäschacht bei Clausthal[380]), auch auf der Kohlengrube zu Ivanec[381]). Auf den Anthracitgruben Pennsylvaniens werden grosse 120 Centner Kohlen haltende Fördergefässe zu Tage gehoben, welche, ohne das Seil zu verlassen, in eine um 40 Grad geneigte Stellung gebracht und entleert werden, indem man die vordere Giebelwand öffnet[382]).

bb. Die Fördergefässe werden vom Seile gelöst.

Bei Tonnen von geringem Inhalt schiebt man wohl nur Rollbrücken unter, auf die man das Gefäss aufsetzen lässt, wenn nicht auch hier dasselbe zur Seite gezogen und dann abgeschlagen wird. Wenn das Gefäss weiter transportirt werden soll, wird ein Gestell mit Rädern untergeschoben, auf dem die Tonne aufsetzt, wie es beim Abteufen grösserer Schächte fast immer stattfindet. Beim Fördern von Wagen werden diese wohl auch seitwärts gezogen und dann abgeschlagen, besser und in der Regel lässt man aber auch diese auf eine Rollbrücke aufsetzen.

cc. Die Förderung erfolgt mittelst Gestelle, welche entweder, wie es gewöhnlich der Fall ist, an der Hängebank aufsetzen oder schwebend gehalten werden. Man wendet hierbei Rollbrücken, zweitheilige Fallthüren, Caps, diesen ähnliche, in Klauen bestehende Vorrichtungen, endlich die Einrichtungen zum schwebenden Halten an; am meisten Zeit ersparen die Caps, auch wohl die beiden letztgenannten, aber weniger gebräuchlichen Methoden; die Caps sind ausserdem bei guter Ausführung der Etagenförderung ganz besonders brauchbar.

Rollbrücken werden sehr häufig in Verbindung mit Schutzgitter angewendet, welche während des Treibens den Schacht verschliessen und, nachdem das Gestell über die Hängebank gelangt ist, gehoben werden, durch welche Manipulation die Rollbrücke gleichzeitig über die Schachtöffnung läuft, so dass das Gestell darauf gesenkt werden kann. In andern Fällen hat man Rollbrücke und Schutzgitter auch isolirt, wo dann die Rollbrücke durch eine besondere Vorrichtung über die Schachtöffnungen gezogen werden muss.

Zweitheilige Fallthüren von Holz oder Eisen halten die Schachtöffnung während des Treibens geschlossen, indem sie mit Gegengewichten versehen sind; zum Durchlassen des Fördergestells werden beide Flügel durch gemeinschaftliches Seilzeug oder Hebelwerk gleichzeitig geöffnet, dann wieder geschlossen, so dass sich das Gestell aufsetzen kann.

---

[380]) Ebenda. Bd. 26B. S. 277.

[381]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 74.

[382]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 48; Bd. 26B. S. 22.

Caps[383]) sind im Wesentlichen in Charnieren bewegliche an den Stössen des Fördertrums angebrachte Stützen, auf denen sich das Fördergestell aufsetzen kann, sie sind nach sehr verschiedenen Methoden ausgeführt. Bei grossen Fördergeschwindigkeiten ist die beste Construction diejenige, wonach die Stützen eine mässig geneigte Stellung aus den Stössen in das Innere des Fördertrums haben und beim Aufgange des Gestells

Fig. 585.

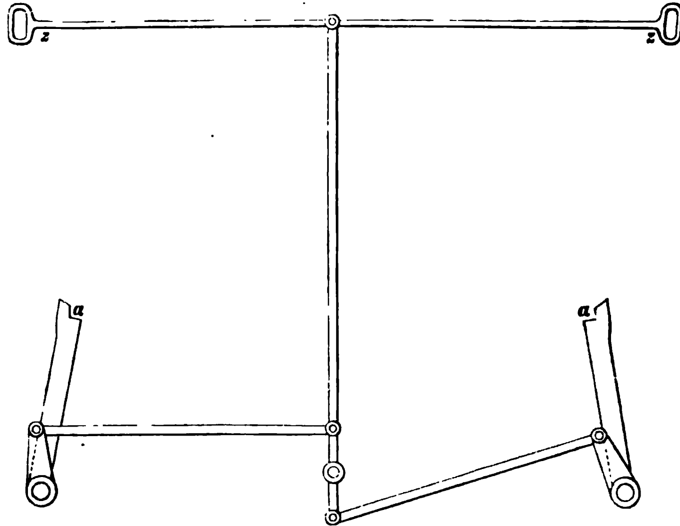
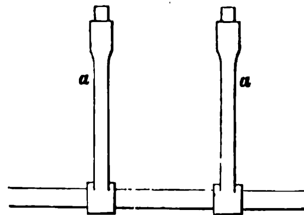


Fig. 586.



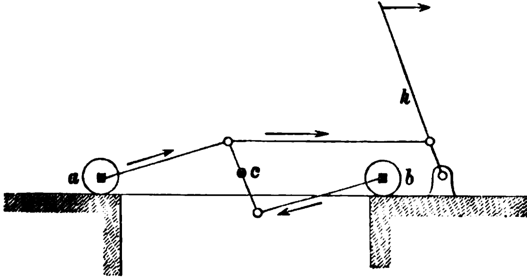
durch dieses selbst in die Stösse zurückgedrückt werden, während nach dem Passiren des Gestells die Caps in die geneigte Lage durch Gegengewichte zurückgeführt werden, wodurch man bewirkt, dass die Thätigkeit des Abnehmers bei den Caps nur für die Abwärtsbewegung des Gestells nothwendig wird, indem er durch Hebel beide Caps zugleich in die Stösse zurückdrängt, um das niedergehende Gestell passiren zu lassen. Die Caps liegen an denjenigen Stössen, wo sich die Leitbäume nicht befinden.

[383]) Herold a. a. O. S. 45.

Solche Einrichtungen finden sich auf vielen englischen und deutschen Gruben; eine Darstellung derselben von Cambois colliery[384]) ist in Fig. 585. 586, gegeben, worin aa die Stützen (Caps) sind.

In ähnlicher Weise, wie die Caps, hat man Wellen mit Zacken oder Klauen angewendet, welche gewöhnlich horizontal aus dem Stoss in den Schacht hineinragen, sie können sich sowohl unabhängig um die ruhende Welle drehen, so dass das nach oben passirende Gestell sie aufhebt, als auch mit der Welle gedreht werden, was nothwendig ist, wenn das Passiren stattgefunden hat, um das Gestell aufsetzen zu lassen. Die Wellen an den beiden Stössen sind durch Hebelwerk verbunden, so dass der Abnehmer sie gleichzeitig bewegen kann. Man hat auch wohl auf jeder Seite zwei solche Wellen unter einander liegen, um bei Förderungen mit Etagenkörben denselben eine doppelte Stütze zu geben, wie auf der

Fig. 587.



Steinkohlengrube Grand Hornu in Belgien[385]). In ähnlicher Weise hat man auch Riegel, welche sich durch Hebelwerk horizontal vor und zurück schieben lassen. Diese Einrichtungen stehen indess den Caps nach. Dieselben sind indess in neuerer Zeit auf der Königsgrube in Oberschlesien eingeführt und sollen geringere Reparaturen, als die sonst gebräuchlichen Caps veranlassen; gegen diese Vorrichtung spricht der Umstand, dass es der Aufmerksamkeit eines Arbeiters überlassen ist, die Riegel rechtzeitig zum Aufsetzen vorzuschieben, während die Caps selbstthätig die Unterstützung für das Fördergestell bieten. — Auf ähnlicher Anordnung beruhte die Aufsatzvorrichtung beim Kohlenbergbau zu Wies[386]). Die Stützen sind horizontal liegende, quadratische Eisenstäbe a b, Fig. 587, welche an beiden Enden mit cylindrischen Zapfen versehen sind und hier Rollen tragen, mit welchen sie seitwärts von der Schachtmündung auf kurzen Bahnen

---

[384]) Dieselbe Zeitschr. Bd. 22B. S. 152.

[385]) Leuschner: Steinkohlenbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7B. S. 184.

[386]) J. v. Hauer in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österreich.-ungar. Bergakademien. Wien. Bd. 24. S. 66.

laufen. Die Stangen sind durch Zugstangen mit zweiarmigen Hebeln, welche feste Drehpunkte c haben, in Verbindung gesetzt und werden mittelst des Handhebels bei dessen Bewegung in der Richtung des Pfeils ein- und ausgerückt.

Der Maschinenmeister Frantz hat für die Grube Sulzbach-Altenwald und danach für andere Gruben bei Saarbrücken hydraulische Caps construirt[386a]). Dieselben haben den Zweck, das aufsitzende Fördergerippe, ohne das bei allen bisher in Gebrauch befindlichen Caps nothwendige Abheben von denselben, in den Schacht herunter zu lassen. Sie bestehen im Wesentlichen für ein Fördertrum aus vier mit Stopfbüchsen und Plunger versehenen Plungerröhren e, Fig. 588, 589, 590, 591, 592, welche durch schmiedeeiserne Röhren f mit einander verbunden sind. Jeder Plunger ist mit einem Doppelhebel g versehen, welcher seinen Drehpunkt im Plunger selbst hat und um den Bolzen h drehbar ist. Das eine Ende des Doppelhebels greift unter die festverlagerte Achse i und das andere Ende bildet den Stützpunkt für das Fördergerippe. Die Aufwärtsbewegung der Plunger mit dem Doppelhebel wird durch den Accumulator k besorgt, welcher ebenfalls durch ein Rohr mit den Plungerröhren communicirt und durch den Hahn l von letzteren abgesperrt werden kann. In der höchsten Stellung der Plunger, und wenn das Gerippe aufsitzt, Fig. 590, ist der Hahn l geschlossen. Soll das Gerippe abwärts gehen, so wird zunächst durch den Signalgeber der Hahn l mittelst der Kurbel m geöffnet und dann dem Maschinenwärter das Signal zum „hängen“ gegeben. Das Gerippe drückt alsdann durch sein Gewicht die Plunger so tief herunter, bis der Doppelhebel g, in der Stellung Fig. 591, ersteres vorbeilässt. Der Plunger des Accumulators mit der daraufliegenden Belastung hat während dessen eine entsprechend grosse Bewegung aufwärts gemacht. Ist das Fördergerippe resp. der Gerippeboden an dem Hebel g vorbei, so drückt der Accumulator die vier Plunger wieder in die höchste Stellung zurück und die Hebel g nehmen sofort die in Fig. 590 angedeutete horizontale Stellung wieder ein; hierauf wird der Hahn l wieder geschlossen. Beim Aufgang des Fördergerippes greift der Gerippeboden unter das in den Schacht hineinragende Ende des Doppelhebels und bringt denselben in die Stellung Fig. 591. Letzterer fällt nun sofort, vermöge seines Uebergewichtes, nach der Schachtseite wieder in die horizontale Stellung Fig. 590 zurück und das Gerippe setzt sich auf. Zum Füllen des Apparates, und um das event. durch Undichtigkeiten der Stopfbüchsen und Rohrverbindungen verloren gegangene Wasser wieder ersetzen zu können, ist an der höchsten Stelle, unterhalb des Grundringes am Plungerrohr des Accumulators, eine Füllvorrichtung, bestehend aus einem schmiedeeisernen Rohre und einem Absperrhahn, angebracht. Um beim Füllen die Luft entweichen

---

[386a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 247. — Dingler polyt. Journal. Bd. 246. S. 174.

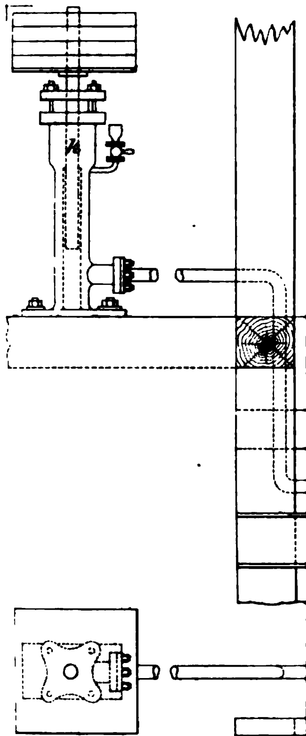


Fig. 591.

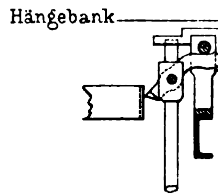
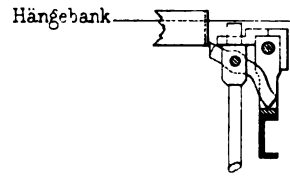
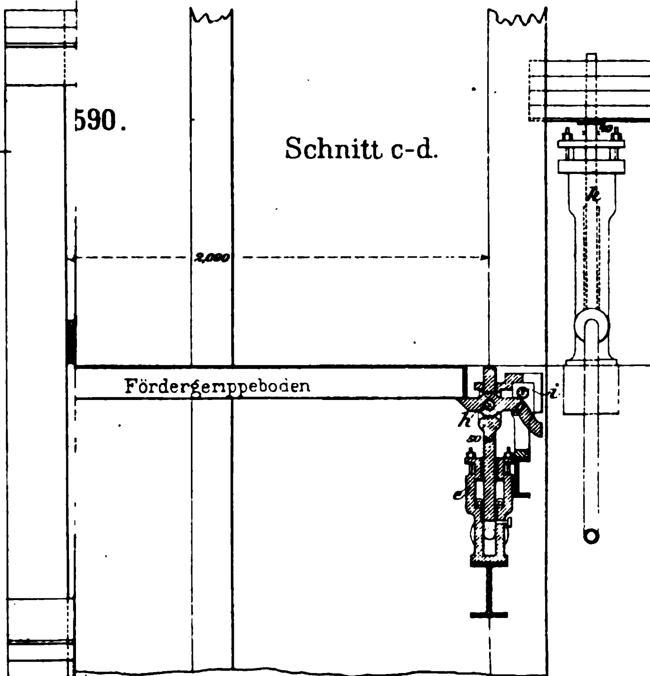


Fig. 592.





590.

a

Fig. 589.

lassen zu können, ist an jedem der Plungerröhren e eine Schraube angebracht, welche mit zwei rechtwinkelig zu einander stehenden Bohrungen versehen ist. Die hydraulischen Schachtcaps haben, gegenüber den jetzt überall gebräuchlichen, folgende Vorzüge: 1. Dampfersparniss; indem das aufsitzende Fördergerippe sofort abwärts gehen kann, ohne vorher erst von den Caps abgehoben werden zu müssen, wozu jedesmal ganze Cylinderfüllungen erforderlich sind; 2. das zeitraubende Heben und Senken der Fördergerippe, welches zum Ziehen der Caps erforderlich ist, fällt bei den hydraulischen Caps ganz weg; dieser Vortheil wird sich hauptsächlich da, wo mit zwei- und mehretagigen Gerippen gefördert wird, am meisten bemerkbar machen; 3. Schonung der Förderseile und der ganzen Maschine, indem die kurzen Hin- und Herbewegungen des Seilkorbes zum Abheben der Gerippe bei den hydraulischen Caps gänzlieh wegfallen und die Maschine stets mit straffem Seile anhebt; 4. leichtere Handhabung, indem der Signalgeber für jedes Treiben nur eine zweimalige Drehung der Kurbel um 90° vorzunehmen hat; 5. bei Neuanlagen können die Durchmesser der Dampfcylinder kleiner genommen werden.

Fig. 593.

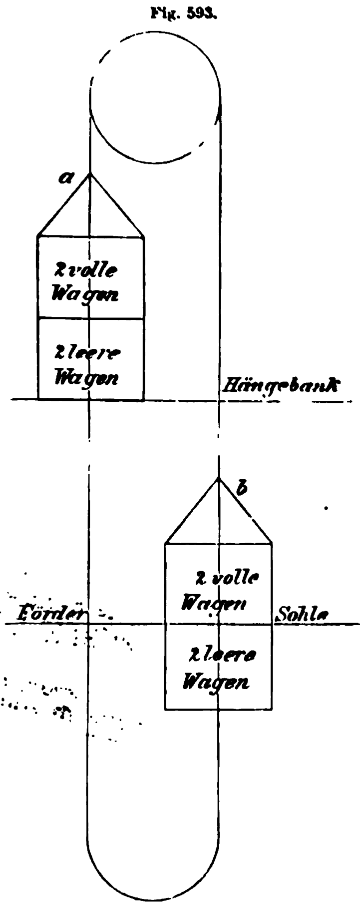


Fig. 593 stellt eine Etagenförderung mit 4 Wagen und durchgehendem Hinterseile dar. Es wiege:

ein Gerippe	2000	Kilogramm
ein beladener Förderwagen . . .	750	„
ein leerer Förderwagen	250	„
also die Nutzlast 4 . 500 =	2000	„

Beim Anhub sowohl wie während des ganzen Treibens hat die Maschine nur die Nutzlast zu heben, da sich Förderseil, Gerippe und Förderwagen ausgleichen. So wie a, Fig. 593, auf den Caps aufsitzt, werden zwei volle Wagen abgezogen und zwei leere aufgeschoben, während bei b das Umgekehrte stattfindet, so dass also beide Gerippe gleich schwer belastet sind. Nun soll eins der beiden Gerippe gehoben werden, während das andere

fest aufsitzt. In diesem Falle hat die Maschine zu heben: Fördergerippe plus $^1/_2$ Nutzlast plus 4 leere Wagen = 2000 + 1000 + 1000 = 4000 Kilogramm = der doppelten Nutzlast.

Bei Anwendung der hydraulischen Caps wird für diesen Fall vollständiges Gleichgewicht hergestellt, sowie der mehrerwähnte Hahn l geöffnet wird. Die Maschine hat daher beim Senken nur die Reibung zu überwinden. Da also bei Anwendung der hydraulischen Caps die Maschine nie mehr als die Nutzlast = 2000 Kilogramm in dem oben angegebenen Falle aber ein Gewicht von 4000 Kilogramm zu heben hat, so kann in ersterem Falle also auch der nutzbare Kolbenquerschnitt resp. Cylinderdurchmesser unter sonst gleichen Verhältnissen um nahe 50 Procent kleiner angenommen werden.

Durch Rosenkranz ist auf westfälischen Gruben, wohin auch die Construction von Frantz bereits Eingang gefunden hat, eine andere Einrichtung hydraulischer Caps eingeführt. Es hat sich eine weitläufige Controverse darüber entsponnen, welche von beiden Constructionen die bessere sei: die Entscheidung hierüber wird erst durch den längeren praktischen Gebrauch zu finden sein[387]).

Das schwebende Halten des Gestells, welches von Evrard in St. Etienne zuerst angegeben ist und auf der Hohenlohe Grube, sowie auf der Königsgrube in Oberschlesien zum Theil Anwendung gefunden hat[388]), beruht darauf, dass die Ergreifer nicht am Rande der Schachtöffnung, sondern so hoch über derselben angebracht sind, dass die oberen Seitenschienen des Gestells darauf zu liegen kommen, wobei man die Absicht zu haben scheint, das Gestell hinsichtlich seiner absoluten Festigkeit in Anspruch zu nehmen; man muss da, wo das Durchschieben der Wagen stattfindet, das Hebelwerk sehr hoch legen, um nicht behindert zu sein.

Man ist in England auch dazu übergegangen, das Fördergestell vollkommen frei auf der Hängebank über der Schachtöffnung hängen zu lassen, was namentlich bei Etagenförderung sehr vortheilhaft ist, weil gar kein Hängeseil gegeben werden braucht; eine Sicherheit bei etwaigem Seilbruch im Moment des Anhebens ist nicht gegeben, auch bedarf man ganz besonders zuverlässiger Maschinenwärter, um jedes überflüssige Heben des Gestells zu vermeiden. Auf den Camphausen Schächten bei Saarbrücken hat man diese Einrichtung adoptirt. Dieselbe trägt bei starken Massenförderungen sehr zur Beschleunigung bei.

---

[387]) Glückauf. Essen 1881. No. 88; Jhrg. 1882. No. 6. 10. 13. 17. 21. 25. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30 B. S. 247. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 567.

[388]) Althans: über das Maschinenwesen auf den Berg- u. Hüttenw. Oberschlesiens in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10 B. S. 147.

2. Anschlagsohle.

aa. Wenn die Förderung in Tonnen oder Schachtgefässen stattfindet, so müssen dieselben so tief unter die Sohle des Füllorts herabgehen, dass sie sich gut füllen lassen. Bei unmittelbar anschliessender Streckenförderung steht die Tonne auf einer entsprechend tiefer angelegten Bühne, in welche der Förderwagen durch Kippen entleert wird, wobei man auch Wipper anwenden kann; hiervon macht man wohl nur auf Steinkohlengruben mit nicht grosser Förderung Gebrauch. Auf Erzgruben, wie in Freiberg, Cornwall, im Mansfeldischen, stellt man unter der Füllortssohle Rolltrichter her, in welche die Förderwagen entleert und aus denen durch Oeffnen der Schliessthüren die Tonnen gefüllt werden; dieselben dienen zugleich dazu, die Erze anzusammeln, da die Schachtförderung nur zeitweilig geht.

bb. Wenn der Förderwagen direct aus der Streckenförderung in den Schacht übergeht, muss man im Niveau des Füllorts die Oeffnung des in der Regel noch tiefer niedergehenden Schachtes fest verbühnen; findet das Anschlagen auf einer höheren Sohle statt, muss man Rollbrücken anwenden.

cc. Bei Anwendung von Gestellen mit nur einer Etage muss sich dasselbe auf eine Bühne oder auf Pfosten im Niveau des Füllorts aufsetzen; für höhere Anschlagssohlen muss man entweder Pfosten überlegen oder besser Rollbrücken, Fallthüren, am besten Caps anwenden, wenn man das Gestell nicht ganz frei hängen lassen will. In solchen Fällen, wie überall da, wo der Schacht tiefer ist, als die Anschlagssohle, also auch bei Etagenförderung, sollte man zur Vermeidung von Unglücksfällen für einen Verschluss des Schachtes während des Ganges der Förderung Sorge tragen. Einen solchen selbstthätigen, durch den Förderkorb zu öffnenden Verschluss, in Thüren bestehend und mit der Aufsatzvorrichtung zusammenhängend, hat Godek vorgeschlagen und in einem Schachte bei Mährisch-Ostrau versuchsweise angewendet[389]).

Man hat versucht, den Stoss beim Aufsetzen des Gestells dadurch zu vermindern, dass man die Bühne an den Ecken und Rändern auf Federn oder Gummipuffern ruhen lässt, die Federn werden indess leicht lahm, und dann ist die horizontale Stellung der Bühne gestört. Diese Einrichtungen sind nicht häufig im Gebrauch und dann nur auf der tiefsten Sohle.

Am Wilhelmsschacht zu Polnisch-Ostrau sind unter die Lager der Aufsatzvorrichtungen Kautschukplatten gelegt[390]), an anderen Orten, wie z. B.

---

[389]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 501. — Zeitschr. f. Paraffin-, Mineralöl- u. Braunkohlen-Industrie. Halle 1876. S. 5.

[390]) Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien zu Przibram u. Leoben u. der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz 1869/70. Prag 1872. S. 180. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 155.

im Mansfeldischen[391]) Federn; diese Unterlagen dürfen aber nur wenig nachgiebig sein, weil sonst die ruhende Schale, je nachdem sie mit vollen oder leeren Wagen besetzt ist, verschiedene Höhenstellungen einnimmt, wodurch das Auf- und Abschieben der Wagen erschwert ist[392]).

Sterne hat zu diesem Zweck einen pneumatischen Puffer angegeben[393]). Auf Unterlagebalken ist an den Stellen, wo die vier Ecken des Fördergestells aufsetzen, ein gusseiserner, oben offener Cylinder a, Fig. 594, aufgeschraubt, in welchem Ringe, abwechselnd von vulcanisirtem

Fig. 594.



Kautschuk b und Stahl c, eingelegt sind, über den Ringen befindet sich eine Stahlplatte d; in den Cylinder a greift ein anderer geschlossener e ein, welcher sich in dem ersten, wie in einer Stopfbüchse, verschiebt. Wenn der Förderkorb aufsetzt, wird der obere Cylinder in den unteren hineingeschoben, dadurch werden nicht nur die federnden Gummiringe zusammengedrückt, sondern auch die zwischen den Ringen befindliche Luft wird comprimirt, so dass dem beim Aufsetzen des Förderkorbs statt-

[391]) Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 273.

[392]) v. Hauer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 324. — Desgl. im Berggeist. Köln 1870. S. 587. — Desgl. Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 278.

[393]) The Mining Journal. London 1868. p. 696.

findenden Stoss Widerstand entgegengewirkt wird. Die Puffer können auch unmittelbar am Gestell angebracht und dadurch sowohl auf der Anschlagssohle, wie auf der Hängebank wirksam gemacht werden.

Auf dem Maschinenschacht Georg der Scharleygrube in Oberschlesien hat man dem Stoss beim Anheben dadurch entgegenzuwirken gesucht, dass

Fig. 595.

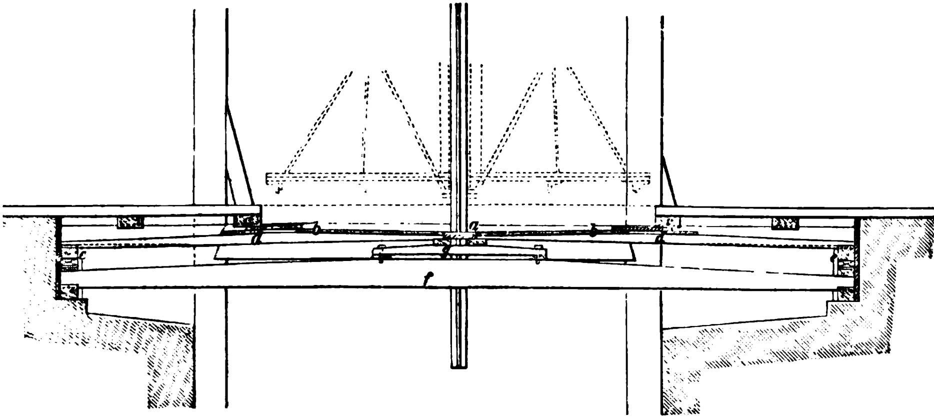
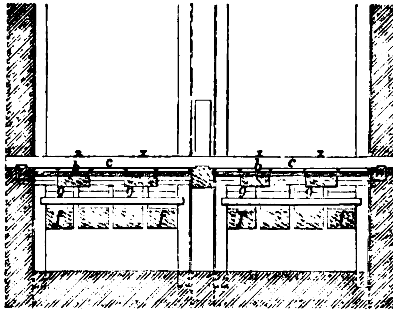


Fig. 596.



man den hölzernen Rahmen, welcher die Zapfenlager der Seilscheiben trägt, an einer Seite um eine horizontale Achse drehbar gemacht hat und mit der anderen auf eine Wagenfeder ruhen lässt, so dass durch diese etwaige Stösse aufgenommen werden[394]).

Auf dem bereits erwähnten Hoppeschacht der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien ist eine **Prellbühne** auf der Anschlagssohle eingebaut[395]). Die Förderschale trifft beim Niedergange mit ihrer Mitte zunächst das eichene Bohlenstück a, Fig. 595, 596, damit ein seitlicher Prell-

[394]) v. Hauer: a. a. O. — Hauchecorne: a. a. O. S. 78.

[395]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 628. — Pietsch a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 67.

schlag gegen die Leitschienen vermieden werde; erst wenn dieses Bohlenstück um 10 Millimeter niedergedrückt ist, wozu das Gewicht der leeren Förderschale genügt, soll diese mit ihren Enden auch zur Berührung der Brettstückchen bb gelangen, welche mittelst der Holzfedern dd so straff gegen die darüber liegenden eichenen Bahnschwellen gespannt sind, dass das ganze Gewicht der beladenen Förderschale im ruhenden Zustande das Schwellenwerk nicht tiefer drücken kann, als dies zur genauen Uebereinstimmung der Fördergeleise nothwendig ist. Das Anspannen der Holzfedern dd geschieht durch die Keile ee. Im ungespannten Zustande gilt das Maass von 203 Millimeter für die Entfernung der Oberkante des Bohlstücks a bis zur Oberkante der Bahnschienen, beim Anspannen der Keile wächst dieselbe auf 212 Millimeter und durch Aufruhen der Schale auf 222 Millimeter; im grösseren Maassstabe wächst durch Anspannen der Keile die Entfernung der Federn dd und ff an ihren Enden. Das Bohlstück a ruht auf 4 leichten Holzfedern gg, welche dem Stosse der Schale möglichst wenig träge Masse entgegensetzen; diese Federn ruhen auf den bedeutend schwereren, aber auch um so nachgiebigeren Federn ff. Auch stossen die Enden der Förderschale nicht direct anf die Federn dd, sondern auf die leichten, nur an den Enden unterstützten Brettstücke bb. Die Dimensionen sind so gewählt, dass das Bohlstück a der Förderschalenmitte einen reichlich doppelt so grossen Widerstand bietet, als die Brettstücke bb bei gleicher Nachgiebigkeit der Enden derselben zusammengenommen. Alle von der aufstossenden Förderschale getroffenen Punkte können ohne Nachtheil für die Haltbarkeit ca. 105 Millimeter nachgeben, wogegen ein gänzliches Durchbrechen der Schwellen erst bei ca. 470 Millimeter Durchbiegung anzunehmen ist. Hiernach würde das Schwellenwerk eine Endgeschwindigkeit der Förderschale von etwa 1,88 Meter in der Sekunde ohne Nachtheil für sich und die Schale vertragen, wobei zu bemerken ist, dass diese Annahmen auf einem wenig feuchten Zustand des Holzes beruhen; da die Grubennässe die Hölzer zur Durchbiegung fähiger macht, so ist das thatsächliche Verhältniss noch günstiger. Sämmtliche Holzfedern werden aus geradwüchsigem, gesundem Kiefernholze, ohne grobe und lose Aeste, auch aus kernigem Fichten- oder Tannenholz gefertigt.

Auf den englischen Gruben und von dort aus auf vielen deutschen Gruben benutzt man sowohl auf den Hängebänken, wie an den Füllörtern zur Erleichterung der Abnehmer und Anschläger die Schwerkraft der Fördergefässe, indem man die Schienengeleise in schiefe Ebenen endigen lässt, welche ermöglichen, dass ohne Zuthun der Arbeiter auf der Hängebank die vollen Wagen vom Schachte von selbst ab, die leeren dem Anschläger zulaufen, während auf dem Füllorte das umgekehrte Verhältniss stattfindet; es wird dadurch wesentlich an Zeit und Arbeitskraft gespart[396]).

---

[396]) Max Nöggerath in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 12B. S. 235.

Um die Bewegung der Förderwagen auf die Gestelle in den Fördertrümern leichter zu handhaben, ist in der Regel die Sohle des Füllorts mit eisernen Platten belegt. Statt dessen hat man auf der Steinkohlengrube ver. Hamburg in Westfalen[397]), wo die Förderwagen auf 2 Fördergeleisen im Hauptquerschlage zum Füllorte gefahren werden, an den beiden Fördertrümern je 2 Geleise in die Füllortssohle verlegt und diese mit den Hauptfördergeleisen durch eine mittelst Hebel verschiebbare Weiche verbunden, sodass aus jedem Hauptgeleise die Wagen zu beiden Fördertrümern und umgekehrt leicht transportirt werden können. Man hat dadurch gegen den Plattenbelag an Kosten erspart, indem zum Einschieben von 650 mit 11 Centner beladenen Wagen in der achtstündigen Schicht jetzt 2 Mann genügen, während sonst dazu 3 Mann nöthig waren.

Auf grossen Gruben hat man meistentheils die Einrichtung so getroffen, dass die abgezogenen leeren Wagen in Umbruchsörtern um den Schacht herum den Strecken Behufs Rücklauf zur Wiederfüllung zugeführt werden. Auf den grösseren Gruben Englands erweitert man jetzt zu diesem Zweck das Füllort auf der einen Seite des Schachtes und erspart damit das Umbruchsort. Dort stellt man auch die Füllörter sehr hoch, bis ca. 6 Meter, her, um das Einhängen grosser und langer Gegenstände z. B. von Dampfkesseln, welche man in England gern unterirdisch verlagert, ermöglichen zu können; dabei werden die Füllörter an den Stössen gemauert und am Hangenden durch schmiedeeiserne Träger gesichert. Um den Anschläger im Füllorte gegen aus dem Schacht herabfallende Körper zu schützen, sind am Einmündungspunkte des Schachtes in das Füllort kurze, aber sehr starke und nach dem Schachte hin abgeschrägte Hölzer eingebaut[398]).

3. Förderung mit Etagenkörben.

Die Förderung mit Etagenkörben, welche nur auf Steinkohlengruben und bei der Anwendung grosser Geschwindigkeiten vorkommt, bedingt verschiedene Einrichtungen auf der Hängebank und am Füllort.

aa. Für alle Etagen wird dieselbe Sohle zum Anschlagen benutzt. Hierbei muss entsprechendes Heben und Senken beider Gestelle stattfinden und eine angemessene Vertiefung der Schachtsohle vorhanden sein; das jedesmalige Aufsetzen wird durch Caps oder dem ähnliche Vorrichtungen vermittelt. Beim Vorhandensein von 3 Etagen wird über Tage zuerst von der oberen abgezogen, unter Tage die untere beladen, dann folgt oben und unten die mittlere, endlich über Tage die untere, unter Tage die obere. Diese Manipulation setzt grosse Präcision der Maschinenwartung und genaue Uebereinstimmung der Seile voraus, die sich mitunter nicht gut erhalten lässt. Um auf die Caps aufsetzen zu können, muss der Korb in jedem Etagenboden mit Nasen versehen sein; bei diesem Auf-

---

397) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 164.

398) Broja ebenda. Bd. 22B. S. 162.

setzen geht aber, selbst wenn man, was indess erforderlich ist, nicht für jede Etage besonders signalisirt, viel Zeit verloren, da zum Durchlassen des Gestells und dem dazu nöthigen Zurückdrücken der Caps erst ein Heben und dann erst das Senken des Gestells stattfinden kann. Auf den englischen Gruben, wo dieses Verfahren fast allgemein üblich ist, setzt man daher für die Zwischenetagen gar nicht auf und lässt das Gestell frei schweben, erst nach vollständig ausgeführtem Wagenwechsel erfolgt das Aufsetzen[399]).

Eine Modification findet auf dem Schacht No. 8 der belgischen Steinkohlengrube Grand Hornu bei 4 Etagen statt[400]), wo zwei Abzugsbühnen vorhanden sind, welche um die Höhe zweier Etagen von einander entfernt stehen; zuerst werden unten die Etagen 2 und 4, oben 1 und 3 besorgt, alsdann erfolgt ein Heben, beziehungsweise Senken, um eine Etagenhöhe, worauf der Wagenwechsel in den 4 übrigen Etagen der beiden Gestelle stattfindet.

bb. Auf der Schachtsohle ist eine bewegliche Bühne angebracht, um die Bewegungen unter und über Tage von einander unabhängig zu machen; vereinzelt hat man zu diesem Zweck in England hydraulische Balancen, auf der Grube Pendleton bei Manchester durch Gewichte abbalancirte Bühnen[401]), ebenso auf der Grube Grand Hornu. Bei 3 Etagen und einer Füllortssohle wird das Gegengewicht der Balance mit dem Gewicht des Gestells und von 2 leeren Wagen abgestimmt; die Seile werden so bemessen, dass unter Tage Hängeseil von der Höhe einer Etage entsteht, so dass das Signalisiren erst nach Beendigung des Wagenwechsels erforderlich ist. Ueber Tage wird ganz, wie unter *aa* beschrieben ist, verfahren.

cc. Unter Tage ist für jede Etage eine Anschlagssohle vorhanden, über Tage wird das Gestell besonders gehoben, wie auf dem Schacht No. 12 der Grube Grand Hornu[402]), wo Gestelle mit 4 Etagen benutzt werden. Ueber Tage sind 2 durchgehende Hängebänke vorhanden, welche durch kleine seigere Bremsen mit einander verbunden sind und von denen die untere so hoch liegt, dass das Abstürzen der Kohlen möglich ist. Unter Tage findet sich nach einer Seite des Schachtes eine Bühne für die Etagen 2 und 4, nach der anderen Seite eine Bühne für die Etagen 1 und 3; die Hauptförderstrecke liegt im Niveau der obersten Etage 1, eine abfallende Strecke führt in das Niveau 2, Seigerbremsen von 2 nach 4 und von 1 nach 3. Wenn das Gestell unten aufsteht, befinden sich oben die Etagen 1 und 3 an den Hängebänken, wird um eine Etagenhöhe von 1 Meter gehoben, so kommen die Etagen 2 und 4 an die Reihe,

---

399) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 86.

400) Leuschner a. a. O. Bd. 7B. S. 186.

401) Serlo etc. a. a. O. S. 86. — Broja ebenda. Bd. 22B. S. 162.

402) Leuschner a. a. O. S. 184.

wobei unter Tage Hängeseil von einer Etagenhöhe entsteht. Obschon unter Tage nur einseitiges Abziehen stattfindet, so wird man dort eben so schnell fertig, wie über Tage, weil hier das Heben Zeit erfordert. Signalisiren ist nur erforderlich, wenn die ganze Operation vollendet ist.

dd. Um das Hängeseil zu vermeiden, werden sowohl über, als unter Tage so viel Abzugsbühnen, als Etagen vorhanden sind, benutzt, welche indess immer nur einseitig angebracht sein können und Bremsen oder geneigte Ebenen nothwendig machen, um die Förderung auf derselben Hängebank zu concentriren. Diese Einrichtung wird übrigens trotz dieses Uebelstandes empfohlen[403]), und hat man eine solche Einrichtung, durch welche alle 4 Etagen des Korbes gleichzeitig beladen und entleert werden können, auf der Steinkohlengrube Prosper in Westfalen hergestellt, wo aus einem Schacht in einer Doppelschicht 40 bis 50000 Ctr. Kohlen gefördert werden sollen; man führt aus zwei gegenüber liegenden Querschlägen die vollen Wagen zur 1. und 3., beziehungsweise 2. und 4. Etage und verbindet die Anschlagsörter je zweier zusammenhängender Etagen mittelst Bremswerke[404]).

ee. Ganz vereinzelt ist das zeitraubende Verfahren, seitwärts vom unbewegten Gestell eine bewegliche, durch Gegengewicht balancirte Bühne anzubringen, wobei Bremsen und Caps für diese nothwendig sind.

Am einfachsten ist jedenfalls die unter *aa* beschriebene Methode, weil das An- beziehungsweise Abschlagen in einem und demselben Niveau stattfindet, was auch bei *bb* der Fall ist, wobei man das complicirte Balanciren der Bühne durch gehörige Präcision entbehren kann; der dritte Fall ist wohl zu empfehlen, wenn solche Präcision nicht zu erwarten ist.

Um gleichzeitig aus 2 verschiedenen Bausohlen fördern zu können, hat man auf dem Albertschachte der Grube Gerhard bei Saarbrücken die Einrichtung getroffen, dass das eine Schachttrum für die obere, das andere nur für die untere Sohle benutzt wird, indem der Seilkorb des ersteren Trums den Teufenverhältnissen entsprechend verkleinert, daneben aber zur Ausgleichung der Lastmomente hier ein Eisenbandseil und ein schweres eisernes Fördergestell beibehalten ist, während in dem anderen Trum ein leichtes Stahlbandseil und ein leichtes stählernes Fördergestell angewendet wird[406]).

4. Einrichtungen für tonnlägige Schächte.

Bei starker Neigung der tonnlägigen Schächte ist die Vorkehrung auf der Hängebank und der Schachtsohle der in seigeren Schächten ähnlich, mag man mit Tonnen oder Gestellen fördern.

Bei schwach geneigten, flachen Schächten und Anwendung von Wagen-

---

[403]) Glückauf. Essen 1872. No. 9. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 148.

[404]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 110.

[405]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28 B. S. 251.

zügen ist für die geeigneten Horizontalen zum Rangiren der Wagen sowohl über, wie unter Tage zu sorgen, wobei unter Tage Curven in streichende Strecken hinein nöthig werden können[406]).

5. Verschliessen der Schachtöffnungen.

Während des Förderns müssen die Schachtöffnungen verschlossen sein, damit Unglücksfälle durch Hineinfallen vermieden werden. Bei Anwendung von Fallthüren bilden diese den Verschluss, in allen anderen Fällen umgiebt man die Schachtöffnung mit einem Rahmen oder Gitter, welches von dem aufgehenden Gestell erfasst und gehoben, beim Niedergehen desselben aber wieder zurückgesenkt und abgesetzt wird[407]).

Um den nachtheiligen Stoss, welcher durch diese Vorrichtung auf das Förderseil ausgeübt wird, zu vermeiden, hat man verschiedene Vorkehrungen getroffen. Auf der Grube Reden bei Saarbrücken sind die Schachtthüren aus leichtem Bandeisen hergestellt, haben vermittelst Oesen ihre Führung an zwei senkrecht stehenden Rundeisenstangen und sind durch je zwei Drahtseile mit den oberhalb derselben befindlichen Hebeln verbunden; die hinteren Enden eines solchen Hebelpaars sind durch ein Winkeleisen vereinigt, welches gleichzeitig als Gegengewicht dient; von dem Winkeleisen gehen zwei Drahtseile über Rollen seitlich in den Schacht, an deren unterem Ende ein mit 2 Klauen versehenes Gewicht hängt. Der heraufkommende beladene Förderkorb fasst unter die Klauen dieses Gewichtes, welches seitlich mit je 2 Gabeln in einer Leitung geführt wird; hierdurch bekommt das Winkeleisen, welches schwerer als beide Thüren ist, das Uebergewicht, in Folge dessen die Thüren auf beiden Seiten des Fördertrums durch die Hebel und die Seile gehoben werden. Beim Niedergange des Korbes findet das Umgekehrte statt, indem das Gewicht zusammen mit dem eigenen Gewicht der Sicherheitsthüren grösser ist und die Thüren den Schacht von selbst abschliessen[408]).

Auf dem Camphausenschachte No. I der Grube Dudweiler bei Saarbrücken sind durch schmiedeeiserne Rohre Rahmen hergestellt, welche mit Bandeisen zu Gittern verbunden sind, so dass ein Durchfallen unmöglich ist. Ein Verbindungsstück an jedem Rahmen bildet einen dreiarmigen Hebel. Die Hebel der zwei Rahmen (Thüren) eines jeden Schachttrums sitzen auf einer gemeinschaftlichen Achse, welche auf je 2 Lagerständern leicht drehbar verlagert ist. Auf dem dritten Arme der Hebel sind Gegengewichte befestigt, welche den Sicherheitsthüren nahe zu das Gleich-

---

[406]) Schönemann in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 6. S. 33.

[407]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 88. — Ebenda. Bd. 22B. S. 379.

[408]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 251. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 518. — Dingler polyt. Journal. Bd. 239. S. 185.

gewicht halten. Die Thüren öffnen und schliessen sich, wenn die Achse entsprechend gedreht wird, was durch den Förderkorb geschieht, indem er den Hebel ergreift und mitnimmt, wobei der Rahmen senkrecht steht und der Schacht frei ist. Beim Höhergehen des Gestells streicht der Hebel, mit einer drehbaren Rolle armirt, an einer Schiene des Förderkorbes, wodurch ein Zufallen des Verschlusses verhindert wird[409]). Diese Einrichtung kann auch auf Füllörtern in Zwischensohlen benutzt werden.

Zum Verschluss der Schachtöffnung hat man auf der Steinkohlengrube Hostenbach bei Saarbrücken[410]) eine einfache Vorrichtung angebracht, welche in einer horizontal liegenden Eisenstange besteht; dieselbe ist mittelst zweier an ihren Enden befindlichen Oesen an verticalen Leitstangen verschiebbar und ruht $784^5/_8$ Millimeter über der Hängebank auf Wülsten, welche an den Leitstangen angebracht sind. Sobald das Fördergestell sich auf die Caps aufgesetzt hat, hebt der Anschläger diesen Riegel, bis er durch einen Haken an dem einen Arme eines Winkelhebels festgehalten wird, dessen anderer Arm gleichzeitig an den Förderkorb anstösst. Wenn dieser wieder abwärts geht, löst der Haken sich von selbst und der Riegel fällt in seine ursprüngliche Lage auf die Wülste zurück.

Auf der Steinkohlengrube Vollmond in Westfalen ist durch den Betriebsführer Reinhard folgende Einrichtung getroffen:

Die seitlich angebrachte Welle a, Fig. 597, 598, 599, trägt je drei Arme, von welchen der mittlere b mit schneckenförmigem Auflauf versehen ist, die beiden anderen c gleich sind. Der mittlere Arm b dient zur Befestigung des Seiles d, welches nach unten unter einer Rolle durchgeführt und mit einem in einer Führung gleitenden Haken f verbunden ist. Dieser Haken wird von dem Knaggen g des Förderkorbes bei dessen Aufgang gefasst und veranlasst die Umdrehung der Welle a, indem das Seil d vom grössten zum kleinsten Durchmesser abläuft. Die seitlichen Arme c haben entgegengesetzte Stellung gegen den Arm b. An ihnen sind die Seile i zum Anheben der Fallthüren mittelst der Rolle k in der Weise angebracht, dass sich beim Aufheben des Hakens f die Seile i vom kleinsten zum grössten Durchmesser aufwickeln und das Heben der Fallthüren vermitteln. Beim Niedergehen des Korbes senken sich die Fallthüren durch ihre eigene Schwere und durch das Uebergewicht der nach unten gerichteten Arme c; die Geschwindigkeit beim Niedergehen wird durch das Ablaufen der Seile vom grössten zum kleinsten Durchmesser der Achse c bedingt und gehen hierbei die Fallthüren mit geringer Endgeschwindigkeit nieder, sodass ein Stoss nicht stattfindet[411]).

Kaiser beschreibt folgende Vorrichtung:

---

[409]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 252.

[410]) Hauchecorne a. a. O. S. 81.

[411]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 383. — Kerl u. Wimmer. Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1879. S. 22.

Auf der Achse a, Fig. 600, 601, 602, welche zwischen Fördertrümer und Füllort, bez. Hängebank gelagert ist, sind 2 Thüren bb befestigt, welche aus Winkeleisen und Blechplatten bestehen; in den Blechplatten

Fig. 597. Fig. 599.

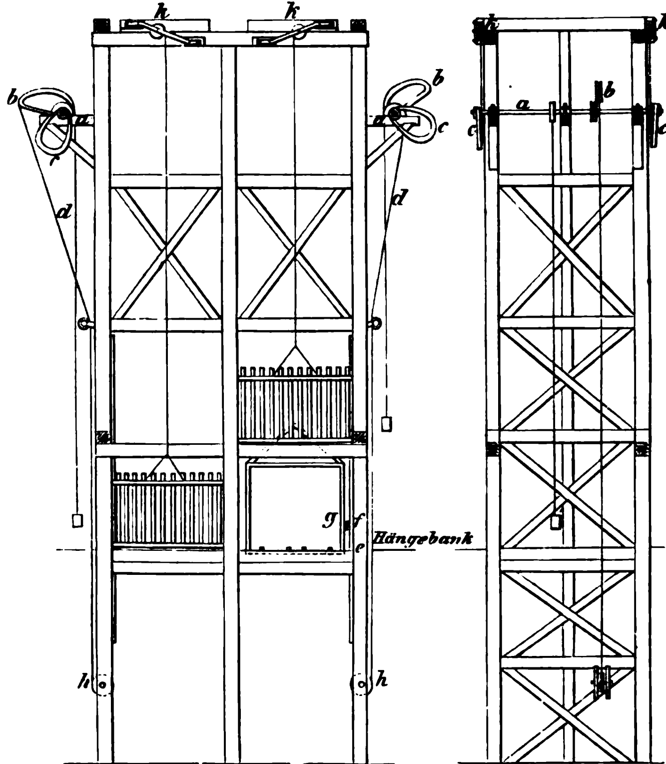
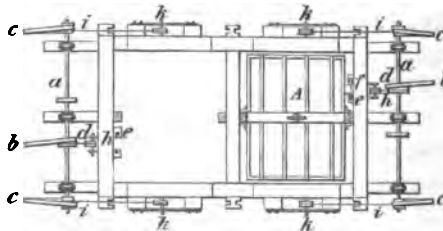


Fig. 598.



befinden sich Schlitze zum Durchlassen des Förderseils. Auf der Achse a ist ferner der Winkelhebel c befestigt, mittelst welchen die Thüren bewegt werden. Der eine Hebelarm trägt das Gewicht d, welches als Gegengewicht der Thüren dient, der andere Arm das Gewicht e, dessen Zweck der ist, die Thüren in dem vorgeschriebenen bestimmten Bogen zu

Fig. 600.

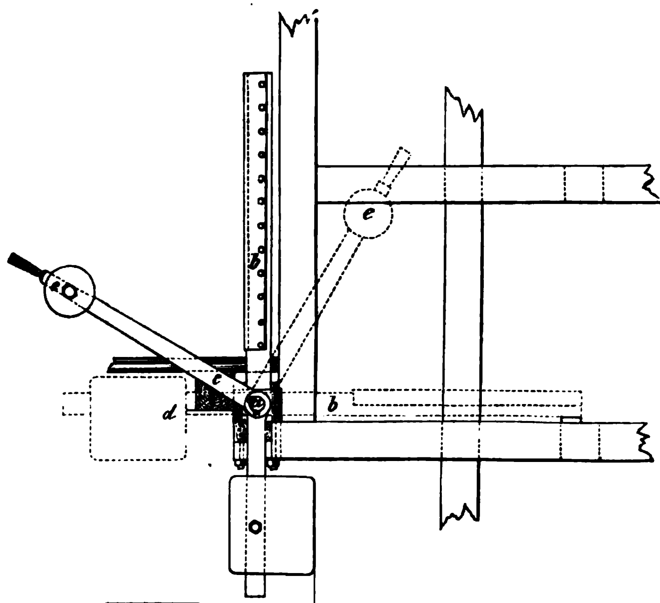
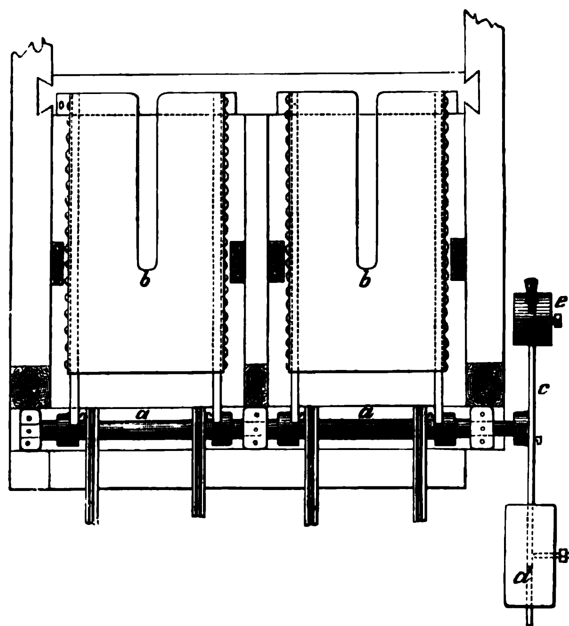
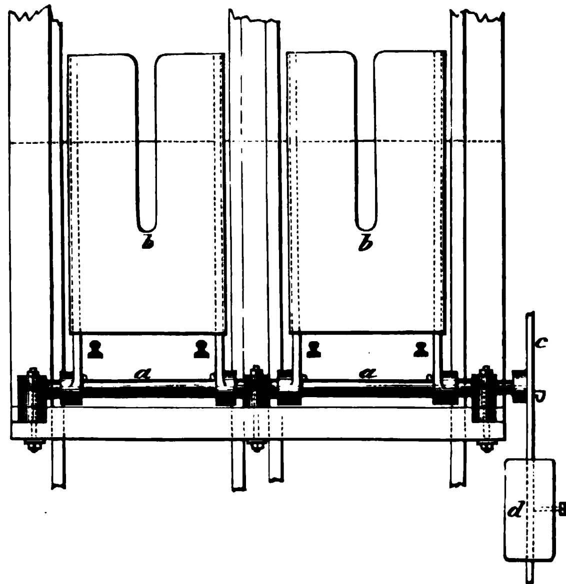


Fig. 601.



erhalten. Soll auf einer Sohle ein Wagen angeschlagen werden, so werden mittelst des Steuerhebels die Thüren auf die Oeffnungen der beiden Fördertrümer gebracht und in dieser Lage (in der Figur punctirt) durch das Gewicht e erhalten, wodurch die Oeffnungen vollständig geschlossen werden, so dass der Förderkorb sich auf die Thüren aufsetzen kann. Wird hierbei ein Wagen in das falsche Fördertrum gestossen, so läuft er auf die Thür und kann nicht in den Schacht fallen. Soll von der betreffenden Sohle nicht gefördert werden, so werden die Thüren gehoben und befinden

Fig. 602.



sich in der Lage der Figuren 600, 602, in welcher sie durch das Gewicht e erhalten werden, wodurch der Zugang aus dem Füllort zum Schachte abgeschlossen ist[412]).

Der Steiger Wischnowski hat für den Schacht Spes der Friedrichsgrube bei Tarnowitz einen Verschluss construirt, welcher ganz unabhängig vom Fördergestell ist und dadurch die sonst eintretenden empfindlichen Stösse auf das Seil vermeidet[413]), indem das Schliessen und Oeffnen des Gitters von der Seilkorbwelle aus durch Schraubenwirkung mittelst eines besonderen Seils ausgeführt wird. Der Bewegungsmechanismus ist ganz ähnlich dem für die mit der Seilkorbwelle in der Regel verbundene Sig-

---

[412]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 61.

[413]) Ebenda. 1881. S. 365. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 249. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 84.

nalklingel. In das eine Ende der Welle ist eine 50 Millimeter starke Schruabenspindel eingesetzt, welche mit ihrem anderen Ende in einen Stuhl verlagert ist; sie hat 37 Umgänge bei 20 Millimeter Ganghöhe. Die Seilkorbwelle macht bei 67,2 Meter Schachttiefe und 1,75 Meter Seilkorbdurchmesser 13,6 Umdrehungen in jedem Aufzug. Auf der Schraubenspindel sitzen, 5 Umgänge zwischen sich lassend, zwei Seilscheiben aus Schmiedeeisen, in deren Naben entsprechende Muttern so ausgedreht sind, dass die Scheiben lose auf der Spindel sitzen, deren Bewegung also in der Regel nicht mitmachen und nur eine Seitenverschiebung gestatten. An dem Kranze jeder Scheibe ist ein 10 Millimeter starkes Drahtseil befestigt, welche über Rollen zum Schachte führen und mit dem aus leichtem Bandeisen gefertigten Verschlussgitter fest verbunden sind. Die Seitenverschiebung der beiden Seilscheiben erfolgt bei der Drehung der Welle stets nach derselben Richtung und wird an den Enden der Spindel durch Stellringe begränzt. Die betreffende Scheibe legt sich mit ihrer Nabe in dem Augenblick, wo die aufsteigende Förderschale bis nahe an die Hängebank gekommen ist, an den Stellring fest an, so dass sie nun die Drehung der Welle mitmacht, das Drahtseil sich auf der Scheibe aufrollt und das Gitter gehoben wird. Die zweite Scheibe setzt inzwischen ihre Seitenverschiebung fort, so dass das andere Gitter ruhig am Platze bleibt. Bei entgegengesetzter Drehung der Welle senkt sich sofort das geöffnete Gitter, die Scheiben machen die entgegengesetzte Bewegung, bis sich nun die zweite feststellt und das andere Gitter gehoben wird. Die Seilscheiben haben 0,5 Meter Durchmesser und machen nach ihrer Feststellung eine volle Umdrehung, so dass sich das Gitter $1^1/_2$ Meter hebt.

Noch andere Schachtverschlüsse, namentlich für Zwischensohlen, werden mitgetheilt z. B. von W u r m b a c h auf der Kupfererzgrube Gute Hoffnung bei Coblenz[413a]), von K i r c h h o f zu Fünfkirchen[413b]).

Bei der auf den F r e i b e r g e r G r u b e n gebräuchlichen Tonnenförderung hat man den Vorschlag gemacht, die hölzernen oder eisernen Schachtdeckel, von denen die ersteren leicht faulen, die anderen rosten, während beide in Bezug auf Wetterführung den Schacht zu scharf abschliessen, durch Schachtdeckel aus Eisendraht zu ersetzen, welche wie Setzsiebe zu construiren sind, indem auf einen eisernen Rahmen das Drahtgeflecht aufgezogen wird. Für saure Wasser wird empfohlen, den Draht zu verzinnen[414]).

Beim Abteufen eines Schachtes auf Königsgrube in Oberschlesien hat man ein Gitterwerk mit einer Rollbrücke sehr zweckmässig verbunden, um den Schacht jederzeit geschlossen zu haben. Auf der Hängebank be-

---

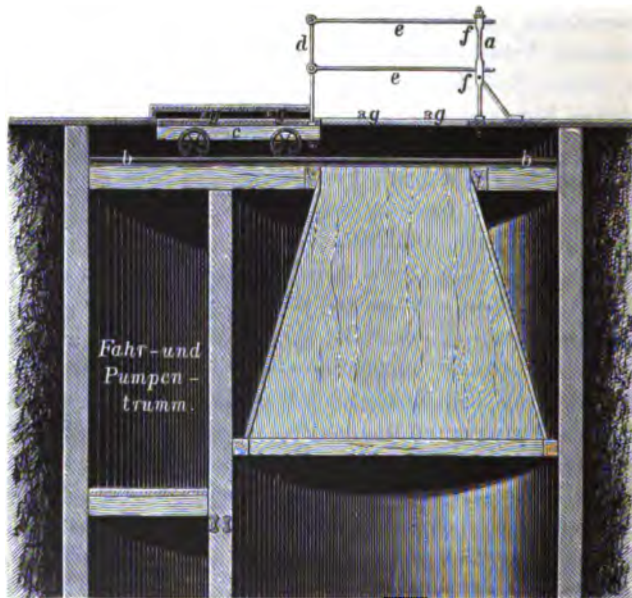
[413a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 248.

[413b]) Dingler polyt. Journal. Bd. 249. S. 333.

[414]) Richter in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 401.

finden sich zwei feste eiserne Stützen aa, Fig. 603, quer durch den Schacht ist die Schienenbahn bb angebracht, auf welcher die Rollbrücke c läuft. Dieselbe trägt zwei eiserne Stützen dd, an jeder sind zwei Riegel ee angebracht, welche in Oesen ff der Stützen aa verschiebbar sind. In dem Zustande, welchen die Figur darstellt, ist die Schachtöffnung zwar offen, ihr Zugang ist aber vollständig durch das gebildete eiserne Gitter abgesperrt; es ist der Moment dargestellt, wo das Fördergefäss soeben die Schachtmündung verlässt; sobald dasselbe hoch genug gehoben ist, wird

Fig. 603.



Wetter-und Fördertrumm.

die Rollbrücke über die Schachtöffnung geschoben so weit, dass die Stützen d die Stützen a berühren, das Fördergefäss wird gesenkt und auf einem Gestellwagen, welcher sich auf den Schienen gg bewegt, auf die Halde gelaufen. Soll das leere Gefäss wieder eingehängt werden, so wird die Rollbrücke wieder zurückgeschoben und der Verschluss des Schachtes allein durch das eiserne Gitter bewirkt.

Für mittlere Sohlen sind ähnliche Verschlüsse wie auf der Hängebank anzubringen, wo man das Gitter durch Berühren eines Quersteges im Gestell aufziehen lässt und dem Querstege Vorsprünge giebt, welche sich zur Seite drehen oder zurückschlagen lassen, wenn aus grösserer Tiefe gefördert werden soll. — Zum Abschluss eines Zwischenfüllorts, wenn aus demselben gefördert werden soll, hat man auf einem Schachte im Mansfeldischen eine Schiebebühne eingebaut. Der Förderkorb setzt sich auf den Pufferrahmen

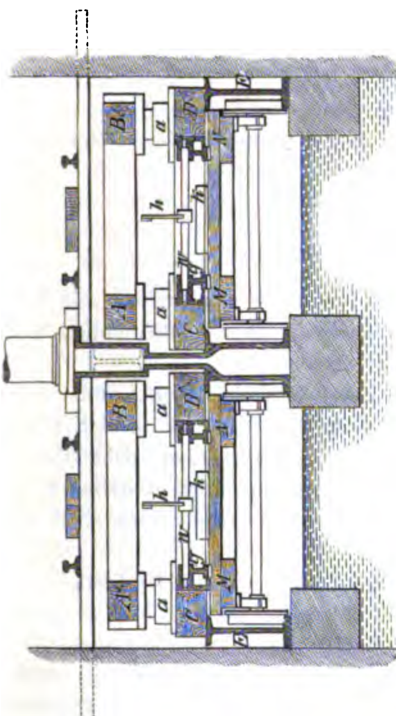


Fig. 604.

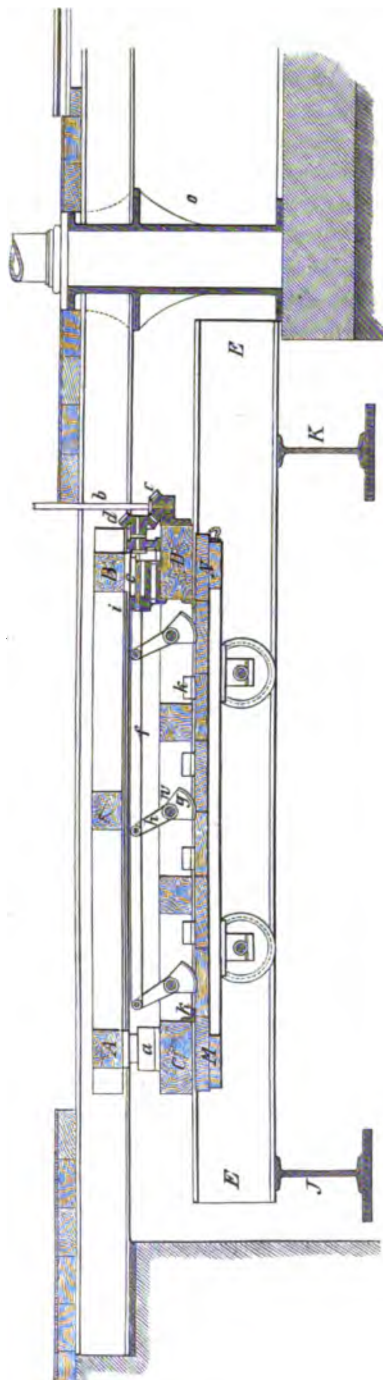


Fig. 605.

AB, Fig. 604, 605, welcher auf den am untern Pufferrahmen CD befestigten Gummipuffer aa ruht. Der Rahmen CD legt sich auf je zwei schmiedeeiserne T-Träger EE, welche ihrerseits auf den beiden mit ihren Enden in die Schachtstösse eingemauerten T-Trägern I und K befestigt sind. Soll aus der untern Sohle gefördert und also die Puffervorrichtung entfernt werden, so werden mittelst der mit einem Handgriff versehenen Stange b, welche nach dem Gebrauche abgenommen werden kann, die beiden Winkelräder c und d und somit auch die Schraube e gedreht, welche durch die Mutter i und die Verbindungsstange f die kleinen Hebel h um die Welle w bewegt, so dass sich die Excenter g, in Drehung versetzt, auf dem Wagenrahmen MN aufsetzen und somit die ganze Puffervorrichtung von den Trägern EE abheben. Ist der Spielraum zwischen dem untern Pufferrahmen CD und den Trägern EE genügend gross geworden, so wird der Wagen mit der darauf ruhenden Puffervorrichtung in die vorhandene Nische OP gezogen, so dass der Schacht in dieser Sohle zum Durchlassen des Fördergestells frei wird[415]).

f. Signale und Controlvorrichtungen.

Um jederzeit eine Verständigung des Anschlägers am Füllort mit dem Abnehmer auf der Hängebank zu ermöglichen, ist es nothwendig, von einem Punkt zum andern signalisiren zu können.

1. Bei mässigen Tiefen erfolgt dies durch directen Zuruf, wobei man zur Verstärkung auch Sprachrohre benutzt[416]). Man hat dabei Sprachrohre aus Asphalt zur Anwendung gebracht, dabei aber nicht überall befriedigende Resultate erzielt, weil die Verständigung durch dieselben trotz vollkommener Stille ringsum nicht gelang; auf anderen Punkten z. B. auf der Königsgrube war der Versuch günstig[417]).

2. Signalhämmer oder Klingeln, welche durch Drahtzüge gehandhabt werden. Das Gewicht des Drahtzuges, für welchen in tonnlägigen Schächten auch wohl ein schwaches, über Rollen geführtes Seil benutzt wird, muss durch spannende Federn, Gummibänder, Gegengewichte oder dergleichen Vorrichtungen gehörig abgestimmt werden[418]). In England hat man den Vorschlag gemacht, mit dem Klingelsignal ein sichtbares Signal mittelst einer Scheibe zu verbinden, deren Zeiger durch den Signaldraht gleichzeitig mit der Klingel bewegt wird[419]).

3. Pfeifensignale. In Stassfurt[420]) hat man einen Druckkolben von 16 Centimeter Durchmesser mit 10 Centimeter Hub angewendet, daran

415) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 382.
416) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 193.
417) Ebenda. Bd. 21B. S. 302.
418) Schönemann a. a. O.
419) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 848.
420) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10A. S. 208.

zunächst ein 39 Millimeter weites eisernes Rohr und daran ein Bleirohr von 17 Millimeter innerem Durchmesser und 4 Millimeter Wandstärke, welches am Ende mit einem Pfeifenmundstück versehen ist, angeschlossen; jeder Kolbenhub bringt einen Pfiff am Mundstück hervor. Die Einrichtung hat sich auf 400 Meter Länge durchaus bewährt, so dass man auch auf den Saarbrücker Gruben[421]) zu ihrer Anwendung übergegangen ist, obwohl dieselbe theurer als Sprachrohre und noch theurer, als Drahtzüge ist.

4. Stangensignale, wie sie oben S. 73 bei der horizontalen Seilförderung beschrieben sind, haben auch in Schächten, so auf der Grube Dudweiler bei Saarbrücken, Anwendung gefunden; das Anschlagen des Hammers bei 200 Meter Tiefe kann man ganz deutlich auf der Hängebank vernehmen. Um das Signal deutlicher zu machen, hat man in Wieliczka statt der Stangen 25 Millimeter im Lichten weite Gasröhren frei hängend in dem Schachte angebracht; sowohl in dem Maschinenraum, wie in den Füllörtern mündet das Rohr in einem Schalltrichter aus. Ein nur leiser Schlag mit einem Schlüssel oder Hammer ist deutlich an den Endpunkten zu vernehmen. Man hat derartige Signale in Längen bis 300 Meter ausgezeichnet bewährt befunden[422]). — Bei diesen Signalen hat man den Gedanken, dass die auf dem Seil Fahrenden in Momenten der Gefahr an jeder Stelle des Schachtes ein Signal geben können; ob hierfür immer die Geistesgegenwart vorhanden sein wird, erscheint zweifelhaft, jedenfalls ist es aber von erheblicher Wichtigkeit, dass die den Schacht revidirenden Beamten und die zur Auswechselung der Zimmerung u. dgl. m. im Schachte Arbeitenden sich mit der Tagesoberfläche durch Signale verständigen können.

5. Elektrisches Signal war schon früher in Stassfurt benutzt, aber wieder aufgegeben; dagegen wurde auf der Zeche Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen ein elektrischer Telegraph mit Glockensignal angewendet; eine Glocke befindet sich auf der Hängebank, eine andere auf dem Füllort, so dass von Unten nach Oben, wie umgekehrt, signalisirt werden kann, wozu 3 Drähte und eine Batterie vorhanden sind[423]). Bei den günstigen Ergebnissen der elektrischen Signalleitungen auf den Gruben bei Saarbrücken darf bald eine allgemeinere Anwendung, namentlich in tieferen Schächten, erwartet werden, wie denn auch bereits in Schlesien, wie in Westfalen mannigfache Anwendung von derselben gemacht wird.

Auf der Steinkohlenzeche Graf Beust bei Essen[424]) hat man die auf den Gruben bei Saarbrücken gebräuchliche Einrichtung mit Erdleitung angewendet. Auf anderen westfälischen Gruben ist die von dem Maschinen-

[421]) Ebenda. Bd. 11 A. S. 262.

[422]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 295. — Dingler polyt. Journal. Bd. 221. S. 387.

[423]) Hauchecorne a. a. O. S. 81. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 213.

[424]) Hauchecorne a. a. O. S. 82.

meister Ullrich[425]) angegebene Vorrichtung eingeführt, bei welcher Inductoren mit Inductionsweckern wirken. Zur Rückleitung des Stromes wird nicht die Erde, sondern die äussere Umhüllung des Signalkabels selbst benutzt. Der ganze Apparat besteht aus einer kräftigen Magnetbatterie aus 8 Paar Lamellen von Wolframstahl, welche vertical an einer auf einem Messingkörper ruhenden Eisenplatte aufgehangen sind; in der Nähe befindet sich der Anker, auf dem Mantel der Rotationsachse alternirend eingesetzte Eisenstäbe, in der Weise, dass die Pole der Magnete und die Inductorschenkel abwechselnd in entgegengesetzter Lage sich gegenüberstehen und wieder trennen. Wenn die durch eine Kurbel drehbare Achse rotirt, so hat sie, in unmittelbarer Nähe der Magnete angebracht, als laterale Wirkung Elektricität zur Folge, während umgekehrt bei den Inductionsweckern, bestehend aus 2 Inductoren und 2 Glocken mit Hammer, die dort übertragene Elektricität Magnetismus hervorruft. Dieser verursacht nun, dass, je nach dem Polwechsel der Hammer rasch hinter einander nach der einen oder anderen Glocke abgestossen, beziehungsweise angezogen wird und dadurch einen schrillenden Ton hervorbringt. Die Anzahl der Töne kann man durch die Drehung der Kurbel genau feststellen. Die Zuleitung des Stromes erfolgt durch ein Kabel aus 3 feinen Stahldrähten, welche durch eine Kautschuk- und Wergumhüllung isolirt ist, während die Rückleitung durch dicht um das Kabel spiralförmig gewickeltes Kupferblech erfolgt. Der Apparat hat sich durch mehrjährigen Gebrauch bereits vollkommen bewährt und zeichnet sich durch geringe Unterhaltungskosten aus.

Da die Batterieströme in den Gruben leicht abgeleitet werden und das Signalisiren dadurch unsicher wird, auch die Unterhaltung der Batterien kostspielig ist, hat man auch in Saarbrücken sich dem Magnet-Inductions-Systeme zugewendet und einen derartigen Apparat von Siemens und Halske eingeführt[426]), welcher im Wesentlichen eine Verbesserung der alten Rotationsapparate mit dem Siemens'schen Anker ist.

Von der Ophirgrube in Amerika wird von einer Einrichtung berichtet[427]), bei welcher der Telegraphirende, sobald er seinen Signalknopf drückt, eben so wie der zu Benachrichtigende, das gleiche Signal durch eine kleine Glocke erhält, so dass er sich jedes Mal von der Richtigkeit seines Signals überzeugen kann. — Hofrath Jarolimek lenkt die Aufmerksamkeit der Techniker auf die Möglichkeit, von der Förderschale aus während der Fahrt zu telegraphiren, was derselbe unter Anwendung der Inductionsapparate für durchführbar hält[428]). Der Gedanke ist auf der

---

[425]) Glückauf. Essen. Jahrg. 1869. No. 5. 45; Jahrg. 1870. No. 45. — Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20. S. 380.

[426]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23. S. 109.

[427]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 18. p. 310. — Dingler polyt. Journal. Bd. 214. S. 497. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 223.

[428]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 31.

Zeche ver. Charlotte in Westfalen zur Ausführung gelangt[429]), indem dem Förderseil eine elektrische Leitung als Seele gegeben wurde, durch welche der Strom von der Batterie zu dem im Förderkorbe befindlichen und von dem Fahrenden zu handhabenden Taster oder Signalgeber geleitet wird, von welchem aus er durch das äussere Seil zurück zu der durch einen Elektromagnet in Thätigkeit gesetzten Signalglocke, beziehungsweise zu dem anderen Pol der Batterie geführt wird. Ob sich die Einrichtung bewährt hat, ist nicht bekannt geworden, wenigstens scheint sie sich nicht weiter ausgebreitet zu haben, und in der That müssen Bedenken dagegen erhoben werden, welche der Einführung hinderlich sind. Die Einrichtung ist deshalb kostspielig, weil mit der Abnutzung des Förderseils auch die elektrische Leitung neu hergestellt werden muss; ferner erscheint es unmöglich, bei den fortdauernden Biegungen des Förderseils auf Trommel und Seilscheibe die Isolirung der leitenden Seele auf die Dauer unberührt zu erhalten, wodurch die Thätigkeit des Apparats gefährdet wird. — Um eine Verbindung des auf dem Förderkorb Fahrenden mit der Tagesoberfläche zu ermöglichen, hat Mialovich zu Kalusz in einem 360 Meter tiefen Schachte eine andere Vorkehrung getroffen, welche sich bewährt haben soll[430]). Der elektrische Strom wird über Tage in einer Batterie aus 6 Meidinger'schen Elementen erzeugt und durch eine im Schachte oben und unten über eine Rolle führende Leitung geführt, in welche die beiden Förderkörbe eingeschaltet sind. Das Läutewerk liegt in der Zwischenleitung von der Batterie zur oberen Führungsrolle, während von der Rolle im Schachttiefsten aus eine besondere Rückleitung im Schachte hinaus den Strom zur Batterie zurückführt. An jedem Förderkorb ist in der Leitung ein Taster angebracht, durch dessen Aufdrücken der Fahrende den Strom schliesst und das Läutewerk in Bewegung setzt. Jedenfalls ist die Mitführung der dünnen Leitungsdrähte im Schachte während der Förderung und die Verbindung der beiden Förderkörbe durch dieselben ein sehr belästigender Uebelstand. — Einfacher ist der Vorschlag des Telegrapheninspector Schaack[431]), welcher den elektrischen Strom durch einen Inductionsapparat erzeugt. Derselbe ist am Dache der Förderkörbe angebracht und wird dessen Magnet innerhalb der Inductionsspirale durch eine Handhabe vom Fahrenden auf- und abbewegt. Die Inductionsspirale steht einerseits mittelst des Förderkorbs und der Schachtleitung mit der Erde, andrerseits mittelst des Förderseils mit dem Signalapparat auf der Hängebank in stromleitender Verbindung, so dass es nur darauf ankommt, das Förderseil völlig zu isoliren d. h. eine elektrische Verbindung desselben

[429]) Glückauf. Essen 1878. No. 35. 40; 1879. No. 37. — Der Berggeist. Köln 1878. S. 149.

[430]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 164. — Dingler polyt. Journal. Bd. 236. S. 260. — Glückauf. Essen 1879. No. 37.

[431]) Glückauf. Essen 1879. No. 37. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 308.

mit Förderkorb und Seilscheibe zu verhindern. Es soll dies dadurch geschehen, dass zwischen Förderkorb und Förderseil ein eichenes Isolirungsstück eingefügt wird, die Seilscheiben auf Holz verlagert werden und jede metallische Verbindung des Seils mit der Seiltrommel verhindert wird. Da die Holzstücke trotz der vorgeschlagenen Zinkbekleidung kaum vor Feuchtigkeit zu schützen sind, wird die Isolirung nur schwer gelingen.

Der k. k. Telegraphenamtsleiter Geringer in Mährisch-Ostrau hat für die Gruben der Kaiser Ferdinands Nordbahn daselbst einen Schachttelegraphen angegeben und auf einem 300 Meter tiefen mit 5 Füllörtern versehenen Schachte eingebaut[432]). Derselbe ermöglicht es von jedem Füllorte zum Maschinenwärter und umgekehrt, sowie auch von Füllort zu Füllort zu telegraphiren. Ueber Tage befindet sich eine Batterie B, Fig. 606, aus Leclanché-Elementen, ferner beim Maschinenwärter eine

Fig. 606.

Fig. 607.

elektrische Klingel W_0 mit Selbstunterbrechung und ein Morse-Taster T_0; an jedem Füllorte, Fig. 607, ist eine gewöhnliche elektrische Klingel W ohne Selbstunterbrechung und ein Doppeltaster T vorhanden. Die Doppeltaster sind so hergestellt, dass zwei federnde, aus 1,5 Milllimeter dickem Messingblech geschnittene Streifen t_1 und t_2 mit den Enden v_1 und v_2 auf einem eichenen Brettchen befestigt sind, welche sich für gewöhnlich an den punctirt angedeuteten Messingstreifen e_1 e_2 anlehnen, derselbe ist auf ein Holzklötzchen aufgeschraubt und ragt mit seinen Enden über die Federn t_1 und t_2. Jede Feder trägt an den freien Enden einen Holzknopf, womit sie auf einen unterliegenden Contact a_1 beziehungsweise a_2 niedergedrückt werden kann; in jedem Doppeltaster T sitzen die Contacte a_1 a_2 auf einem leitend verbindenden Messingstreifen n. Der Taster t_1 dient zum Telegraphiren zur Hängebank, der Taster t_2 zum Telegraphiren nach den Füllörtern; zur Vermeidung von Irrthümern in der Richtung ist die eine

[432]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 585. — Dingler polyt. Journal. Bd. 236. S. 121. — Electrotechnische Zeitschrift. Berlin 1880. S. 101.

Hälfte jedes Doppeltasters schwarz, die andere weiss angestrichen. Von den beiden Poldrähten c und g der Batterie B ist ein Draht d nach dem Contacte a in T_0 und ein Draht h durch W_0 nach der Schiene e in T_0 geführt. In den Schacht führen drei Leitungsdrähte, nämlich $b b_1 b_2 b_3$ ..... von g aus, $f f_1 f_2 f_3$ ... von c aus, $q q_1 q_2 q_3$ .... von dem Ende v der Feder t; von der ersten Schachtleitung führt in jedem Füllort ein Draht p nach dem Streifen n. In den zweiten Leitungsdraht ist in jedem Füllort dessen Wecker W eingeschaltet; die Enden des dritten Drahtes sind in jedem Füllort an die Federn e_1 und e_2 geführt, stehen daher über $t_1 e_1 e_2 t_2$ in leitender Verbindung, an dem untersten Füllorte aber sind die Enden des zweiten und dritten Drahtes mit einander verbunden, was in der Figur durch eine Klammer angedeutet ist. Wird über Tage im Taster T_0 die Feder t auf a niedergedrückt, so ist der Stromweg

$$B\ g\ d\ a\ t\ v\ q_1\ q_2\ v_1\ e_1\ e_2\ v_2\ q_3\ f_3\ W\ f_2\ f_1\ f\ c\ B$$

geschlossen, und es läuten die in diesem Stromkreise liegenden Wecker W aller Füllörter, so lange T_0 gedrückt wird. Wenn man dagegen in irgend einem Füllorte im Taster T die Feder t_1 auf den Contact a_1 niederdrückt, so schliesst man den Stromweg

$$B\ g\ b\ b_1\ b_2\ p\ n\ a_1\ t_1\ v_1\ q_2\ q_1\ v\ t\ e\ h\ W_0\ c\ B$$

und bringt die Klingel W_0 des Maschinenwärters zum Rasseln, während die Klingeln W der Füllörter schweigen. Drückt man endlich an einem Füllorte die Feder t_2 im Taster T nieder, so läuft der Strom von B nach

$$g\ b\ b_1\ b_2\ p\ n\ a_2\ t_2\ v_2\ q_2\ f_3\ W\ f_2\ f_1\ f\ c$$

d. h. zum anderen Batteriepole zurück, so dass die Klingeln W aller Füllörter läuten, während die Klingel W über Tage schweigt. Die Leitungsdrähte sind in ausgehobelten Nuten von hölzernen Latten, welche im Schachte an die Zimmerung genagelt werden, eingelegt, so dass sie vor Beschädigungen geschützt, aber doch zugänglich sind. Der Draht $b\ b_1\ b_2\ b_3$ ..... wird entbehrlich, wenn man den Contact a des Tasters T und die Schienen n sämmtlicher Doppeltaster T zur Erde ableitet.

In Wieliczka hat man auf dem Elisabethschacht eine elektrische Signalleitung zur Verbindung der Hängebank mit drei Füllörtern eingerichtet[433]) in der Weise, dass man von Tage her nach jedem Füllorte, von jedem Füllorte zur Hängebank und von jedem Füllorte zum anderen signalisiren kann. Wenn man von Tage her in die Grube signalisirt, so ertönen die Signale in allen drei Füllörtern zugleich; signalisirt man zur Hängebank, so ertönt nur die dortige Glocke. Auf jeder Station befindet sich eine Signalglocke, auf der Hängebank ein einfacher, in den Füllörtern ein doppelter Taster; auf der Hängebank steht die Batterie aus 12 Elementen Leclanché, von welcher zwei 1,5 Millimeter starke in Guttapercha gehüllte Kupferdrähte als Leitung in die Grube führen; die beiden isolirten

[433]) Glückauf. Essen 1881. No. 22.

Drähte befinden sich in einem Gasrohre, welches jenen zum Schutze und zugleich als dritte Leitung dient.

Bagot hat Versuche darüber angestellt, ob für elektrische Signalleitungen in Schächten Kabel oder einfache Drähte zweckmässiger sind[433a]. Er hat die Kabel verworfen und gefunden, dass galvanisirter eiserner Telegraphendraht von 6 Millimeter Dicke für Signale in Schächten und von 4,2 Millimeter für solche in Strecken vollkommen genügen. Die Drähte in den Schächten wurden einfach an Glocken- oder Rollenisolatoren an der Schachtzimmerung bis auf die Sohle hinabgeführt ohne weitere Zwischenunterstützung selbst bei Tiefen von 550 bis 640 Meter; das untere Ende hing frei im Sumpfe und war mit einem Gewicht von 9 Kilogramm beschwert. In Strecken wurden die Signaldrähte ganz wie die Telegraphendrähte über Tage verlagert, indem die Isolatoren aus braunem Steingut in der Streckenzimmerung befestigt wurden.

Auch das Telephon, dessen Erfinder für den praktischen Gebrauch Graham Bell in Boston[434] ist, hat man als Signalapparat beim Bergbau eingeführt. Es kann hier nicht Aufgabe sein, auf die physikalischen Grundlagen dieses wichtigen Instruments näher einzugehen und muss auf die wenigen angegebenen Quellen aus der bergmännischen Litteratur, dann aber auf die Vervollkommnungen und grossartige Verbreitung verwiesen werden, welche es namentlich durch die intelligente Thätigkeit der deutschen Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung, sowie der Firma Siemens und Halske in Berlin erfahren hat. So ist auch der Apparat auf gut betriebenen Bergwerken zur Vermittelung der Aufsichtsbüreaus mit den Grubenbeamten und den Schächten über Tage, sowie wichtiger Schachtanlagen unter einander wohl jetzt überall zur Anwendung gelangt. Man hat das Telephon aber auch zur Verbindung der Füllörter in Schächten mit der Hängebank und dem Maschinenraum, so wie verschiedener unterirdischer Betriebspunkte untereinander versucht und benutzt. Eine Gefahr für die Brauchbarkeit mag in dem grossen Lärm gefunden werden können, wie er bei lebhaft betriebener Förderung in der Regel in Füllörtern und auf Hängebänken stattzufinden pflegt. Als Beispiele der Anwendung mögen erwähnt werden verschiedene Gruben in Nordamerika[435], in England[436],

---

[433a]) Dingler polyt. Journal. Bd. 249. S. 450.

[434]) Beiblätter zu den Annalen der Physik u. Chemie. Bd. 2. S. 293. — Revue universelle. Paris 1878. tome IV. p. 509. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 23. p. 165. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 424. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 549; Jhrg. 1879. S. 343. 492.

[435]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 26. p. 462. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 301. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 471.

[436]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 24. p. 218. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 411. 435.

in Belgien[437]), in Tyrol[438]), in Preussen[439]) u. a. O. Auch auf der Steinkohlengrube Mathilde in Oberschlesien[440]) hat das Telephon zur Signalverbindung einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine mit der Kesselanlage über Tage Anwendung gefunden; wegen des an beiden Punkten stattfindenden starken Geräusches hat man beide Apparate über und unter Tage seitwärts in umschlossenen Räumen untergebracht, ausserdem aber mit Läutewerken versehen, zu deren Betrieb an jedem Ende eine galvanische Batterie aus 4 Leclanché-Elementen aufgestellt ist; zur Aufhebung der atmosphärisch-elektrischen Einwirkungen ist die 80 Meter lange Leitung mit einem sog. Blitzableiter versehen; die Benutzung des Apparats ist erst noch zu kurze Zeit im Gange, um schon jetzt beurtheilen zu können, ob er sich bewährt.

6. Ein Luftdrucksignal ist auf der Braunkohlengrube Glückauf bei Guben in Thätigkeit[441]). Der Apparat wirkt vom Füllort zur Hängebank. Von Unten führt ein 78 Millimeter starkes Bleirohr in die Fördermaschinenstube und mit einer Abzweigung in die Zechenstube. Am unteren Ende ist dasselbe mit einem Druckventil versehen, auf welches der Anschläger drückt, wodurch an den beiden oberen Oeffnungen ein durch eine dünne Kautschukplatte gebildetes, in einem Ringe befestigtes Ventil zum Aufblähen gebracht wird. Hierdurch wird im Maschinenraum ein Hebelwerk in Bewegung gesetzt, welches an eine damit verbundene Glocke schlägt, wodurch das Signal gegeben wird. Der andere nach der Zechenstube führende Zweig des Rohrs setzt einen Zählapparat in Thätigkeit, auf dessen Zifferblatt man die Zahl der in der Schicht gemachten Fördertouren ablesen kann. Neben diesem Zählapparat befindet sich noch ein anderer mit einem Uhrwerk in Verbindung stehender Apparat, welcher die in einer Stunde erzielte Förderung nach Art des Morse'schen Schreibtelegraphen mit Nadelstichen anzeigt, die einem rotirenden Papierstreifen aufgedrückt werden. Die Verbindung des Signalgebens mit der Fördercontrole erscheint nicht zweckmässig, weil man andere als das gewöhnliche Fördersignal nicht geben darf, indem sonst der Zählapparat irritirt wird. Für das Signalisiren selbst wird noch festzustellen sein, in welchen Entfernungen der Apparat wirkt, ohne durch die Nothwendigkeit, sehr weite Röhren zu nehmen, die Kosten ungebührlich zu erhöhen; für maschinelle

[437]) Revue universelle. Paris 1878. t. IV. p. 523. — Dingler polyt. Journal. Bd. 249. S. 234. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 36. p. 37.

[438]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 561.

[439]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 261; Bd. 30B. S. 250.

[440]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 256. — Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Berlin 1881. S. 77.

[441]) Glückauf. Jahrg. 1869. No. 8. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20. S. 380.

Streckenförderung erscheint der Apparat deshalb nicht geeignet, weil man nicht von allen Punkten der Strecke signalisiren kann.

Ein Versuch, welcher mit diesem Apparat auf der Königsgrube in Oberschlesien gemacht wurde, ergab, dass stets auf jeden Glockenschlag in 20 bis 30 Sekunden ein zweiter durch die Rückkehr der Luftwellen veranlasster Schlag erfolgte, und dass es innerhalb dieser Zeit, in welcher die Luft im Innern der Röhren in Bewegung zu sein scheint, nicht möglich ist, ein zweites Signal zu geben, so dass der Apparat für den Zweck, nach Belieben ein bis fünf Signalschläge hintereinander zu geben, hier nicht brauchbar erschien.

Zweckmässig und in England durch Parlamentsact vom 28. August 1860[442]), auch in Westfalen durch Polizeiverordnung des Oberbergamts zu Dortmund vom 12. Februar 1866[443]), in Schlesien durch eine gleiche Polizeiverordnung des Oberbergamts zu Breslau vom 20. November 1869[444]) obligatorisch vorgeschrieben, ist die Anbringung zweier Signalvorrichtungen vom Füllort zur Hängebank und umgekehrt, weil dadurch jedes Missverständniss gehoben werden kann.

In neuerer Zeit macht sich das Bestreben geltend, für alle Gruben eines Bezirks die gleichen Signale einzuführen, so dass ein, zwei, drei ..... Schläge auf allen Gruben dasselbe bedeuten. So haben sich die Directoren der Kohlengruben im Couchant de Mons über gleichmässige Signale geeinigt[445]) und auch von dem Oberbergamt zu Dortmund wird für dessen Bezirk eine einheitliche Gestaltung der Signale auf Grund der von dem Bergrath Hiltrop gemachten Vorschläge[446]) angestrebt.

Um die Zahl der Schachttreiben zu controliren, sind Tonnenzähler oder Hubzähler angebracht, obwohl man dieselben selten findet.

Wichtiger sind Zeigerwerke oder Sohlenstandzeiger, welche den Stand des Gefässes im Schachte markiren, indem sie den Schacht in verjüngtem Maassstabe mit Skale darstellend durch einen mit dem Förderkorbe correspondirenden Zeiger oder eine Marke erkennen lassen, wo sich das Fördergefäss augenblicklich befindet.

Fast überall finden sich Signalschellen, welche läuten, wenn sich das Fördergefäss der Hängebank nähert, was meistentheils durch Verbindung einer Schraube ohne Ende mit der Krummzapfenwelle bewirkt wird, welche einen Schlitten hin und her zieht und so im bestimmten Moment eine Glocke in Bewegung setzt.

Zur genauen Controle der Förderung ist ein Controlapparat

---

[442]) Achenbach: englische Bergwerksgesetzgebung in Zeitschr. f. Bergrecht von Brassert u. Dr. Achenbach. 1860. S. 207. 493.

[443]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14 A. S. 66.

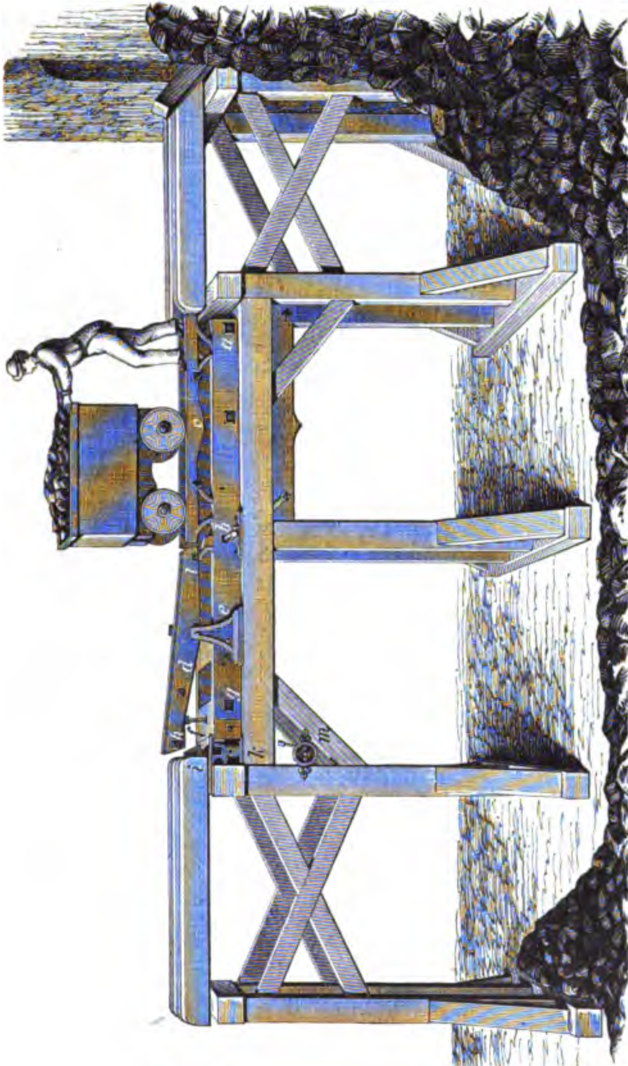
[444]) Ebenda. Bd. 17 A. S. 43.

[445]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 33. p. 105.

[446]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1876. S. 54.

(Controlometer) patentirt[447]), Fig. 608. Derselbe besteht aus 2 eisernen Hebeln aa, welche sich um die Achse b drehen können. Auf dem einen Ende der Hebel ruht die Brücke c, welche durch ein Hebelwerk bei ihrer

Fig. 608.



Belastung immer wagerecht gehalten wird; auf dem anderen Ende der Hebel aa liegt die Brücke d, welche mit den Hebeln aa in keiner directen

[447]) Der Berggeist. Köln 1869. S. 119.

Verbindung steht, sondern in besonderen Lagen e ruht. Zwischen den Hebeln aa und der Brücke d sind zwei an den Hebeln aa befestigte Druckfedern ff angebracht, welche den Zweck haben, die Brücke d, wenn die Brücke c durch Belastung sich senkt, so zu heben, dass die Brücke d gegen c eine geneigte Ebene bildet. Die Hebel aa werden bei g mit einem Gewichte, welches dem Förderquantum (excl. Gewicht des Wagens) gleich ist, belastet, während die Brücke d bei h eine Belastung erhält, welche dem Gewicht des leeren Wagens einschl. dem des Wagenschiebers entspricht. Bei dem Punkte i, auf welchem die Brücke d in der Ruhe ihren Stützpunkt hat, ist eine Sperrvorrichtung angebracht, welche bei richtiger Belastung der Brücke c die Hebel aa am Zurückgehen hindert. Wird ein beladener Wagen auf die Brücke c geschoben, so geht diese nur dann 104 Millimeter in verticaler Richtung abwärts, wenn der Wagen mit der normalen Ladung gefüllt und der Wagenschieber auf die Brücke getreten ist. Alsdann gehen die Hebel aa bei dem Punkt k 104 Millimeter in die Höhe und werden hier von einem Sperrhaken erfasst, welcher sie nicht wieder zurücklässt, wenn der Wagenschieber von der Brücke c wieder abtritt. Das hat den Zweck, vorzubeugen, dass der einmal auf der Brücke c befindliche Wagen wieder auf die Förderbahn zurückgeschoben werde, um von Neuem aufgeschoben und gezählt zu werden. Wenn die Brücke c normalmässig gesunken ist, bildet die Brücke d, durch die Federn ff gehoben, eine geneigte Ebene, so dass der Wagenschieber gezwungen ist, über die geneigte Ebene zu fahren, wodurch er zugleich den Sperrkegel, welcher die Hebel aa hält, auslöst und dadurch dem Apparat die Ruhestellung wiedergiebt. Würde der Wagenschieber den vollen Wagen auf die Brücke c, welche inzwischen ihre normale Stellung wieder eingenommen hat, schieben wollen, so würde sich die Brücke d bei dem Punkt l um 104 Millimeter senken, und der Wagen könnte nicht auf die um eben so viel höher liegende Brücke c gelangen; nur ein leerer Wagen, welcher eine solche Senkung nicht bewirkt, würde die Brücken d und c passiren können. m ist ein Zählapparat, welcher nur dann zählt, wenn sich die Brücke c volle 104 Millimeter senkt, wenn also der volle Wagen seine richtige, normalmässige Ladung hat; ist dies nicht der Fall, so sinkt die Brücke nicht vollständig und eine Zählung findet nicht statt. Entweder muss dann der Wagen auf der Brücke c anderweitig voll gefüllt werden, oder den Arbeitern wird der nicht regelmässig gefüllte, also nicht gezählte Wagen auch nicht bezahlt. Der Apparat kann für verschiedene Tragfähigkeit hergestellt werden, wobei man eine solche von 500 bis 750 Kilogramme, von 1000 bis 1250 Kilogramme unterscheidet. Findet eine Abänderung der normalmässigen Beladung statt, so muss der Apparat sorgfältig tarirt werden.

g. Seilscheiben und deren Gerüste.

Die Seilscheiben müssen für Drahtseile stets von grossem Durchmesser sein, man hat sie $1^1/_2$ bis 2 Meter, aber auch 3 bis $3^3/_4$ Meter, in England, jetzt auch bei uns, selbst bis $5^1/_2$ Meter im Durchmesser. Sie werden in der Regel von Gusseisen gefertigt, bei geringerem Durchmesser aus einem Stück, sonst aus mehren Theilen zusammengesetzt; man stellt sie aus gusseisernen Kränzen und Naben mit eingegossenen, schmiedeeisernen, sich kreuzenden Armen her[448]). In Westfalen hat man die Beobachtung gemacht, dass die eingegossenen Arme durch die auf die Seilscheibe wirkenden Stösse leicht locker werden und ist deshalb zur Verschraubung der Arme zurückgekehrt[448a]). Die Kränze haben eine ausgedrehte Nut für das Seil, welche mit Holz oder Seilgurten oder Guttapercha ausgelegt wird. Die Zweckmässigkeit dieser Auskleidung der Nut wird andrerseits bestritten, dagegen empfohlen sie recht weit zu machen und sorgfältig ausdrehen zu lassen, damit das Seil einerseits möglichst geringe Reibung zu erleiden, andrerseits einen grossen Spielraum habe, also nicht leicht herausspringen könne[449]). Bei kleinen Anlagen hat man auch wohl hölzerne Seilscheiben, welche nach Art der Wagenräder zusammengesetzt sind. Auf der Steinkohlengrube Stock und Scherenberg in Westfalen hat man die Seilscheiben in den Zapfenlagern hin und her bewegbar gemacht, damit das Seil, welches beim Abwickeln von der Seiltrommel und beim Aufwickeln auf dieselbe stets eine wechselnde Neigung gegen die festen Seilscheiben einnimmt, also eine Klemmung erleidet, die Seilscheibe hin und her bewegen kann, also einer geringeren Reibung ausgesetzt ist[450]).

Die Höhe der Seilscheiben muss so gewählt werden, dass man die Manipulationen beim Heben und Senken des Fördergefässes ohne Gefahr, das letztere über die Seilscheiben zu treiben, vornehmen kann. In Westfalen wurde daher früher eine Höhe, welche dem Anderthalbfachen des Seilumschlags auf dem Seilkorb entsprach, verlangt, doch ist man in neuerer Zeit von dieser Bestimmung abgegangen; in Belgien nimmt man 9 bis 12 Meter, in Staffordshire 5 bis 6 Meter, im nördlichen England ähnlich wie in Belgien. Die Geschicklichkeit der Maschinenwärter und die Construction der Maschine gestatten eine geringere Höhe, wenn es möglich ist, das Fördergefäss im Moment zu fixiren.

Um das Ueberwinden des Förderkorbes über die Seilscheiben zu verhindern, sind Vorkehrungen zwischen dem Zugseil und der Fördergestellkette angebracht, welche gestatten, dass sich bei zu grosser Annäherung

---

[448]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 81.

[448a]) Ebenda. Bd. 30B. S. 246.

[449]) Glückauf. Essen 1872. No. 9. 12. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 148. 190. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.- Wesen. Bd. 20B. S. 378.

[450]) Glückauf. 1871. No. 20.

des Gestells an die Seilscheiben das Zugseil löst und das Fördergestell fest über dem Schachte hängen bleibt. Das Aushängeglied von Ormerod[451]) besteht aus 3 starken eisernen Platten, durch welche in der Mitte ein Bolzen als Verbindung und Drehpunkt hindurchgeht; die beiden äussern Platten haben an ihrem oberen Ende gebogene, bis an den Rand verlängerte Schlitze, am unteren Ende sind gleichfalls gebogene, aber nicht bis zum Rande gehende Schlitze vorhanden. Die mittlere Platte hat oben und unten je einen geraden Schlitz, von dem der obere bis zum Rande geht und offen, der untere aber geschlossen ist. Die Schlitze der äusseren Platten umfassen oben den Bolzen der Zugkette, sowie unten den der Gestellkette fest und halten dieselben zurück. Ueber dem Drehbolzen ist ein Loch durch alle 3 Platten gebohrt, zur Aufnahme eines Verbindungsbolzens aus weichem Metall, welcher die Platten in ihrer gegenseitigen Lage fest geschlossen hält. Oben steht die schräge Kante der Mittelplatte auf einer Seite, die der äusseren Platten auf der anderen Seite vor. Ueber dem Mittel des Schachttrums in geringer Entfernung von der Seilrolle ist ein hohler, sich nach oben verengernder Cylinder auf starken Querbalken angebracht, durch den die Zugkette unbehindert hindurchgeht. Tritt bei einem zu hohen Heben das Aushängeglied in den Cylinder, so drückt dessen konische Wand die vorstehenden Kanten der Platten zusammen, wodurch der Verbindungsstift abgescheert wird, der Schlitz in der innern Platte leitet den Bolzen der Zugkette durch die gebogenen äusseren Schlitze nach deren Verlängerung, wodurch dem Bolzen der Durchgang geöffnet und die Zugkette vom Aushängeglied gelöst wird. Dieses setzt sich mit seinen oberen Ansätzen auf die obere Flantsche des Cylinders und hält das Fördergestell fest, indem der Bolzen der Fördergestellkette durch den geraden Schlitz der innern Platte aus den bogenförmigen Schlitzen der äussern Platten gehoben wird, aber nicht heraustreten kann, weil die Schlitze nach unten geschlossen sind. Ein Zurückgehen der Platten kann nun nicht mehr stattfinden und das Aushängeglied sitzt fest im Cylinder, mit ihm aber auch der Korb. Aehnliche Vorrichtungen sind von Bryham[452]) und von Aytoun[453]) angegeben, welche sich nur dadurch unterscheiden, dass das Aushängeglied mit der Zugkette in die Höhe geht, der Bolzen der Fördergestellkette sich aus den nach Unten geöffneten Schlitzen herausbegiebt und das Fördergestell auf Caps aufsetzt, welche in richtiger Höhe unter der Stelle, wo das Aushängeglied ausgelöst wird, angebracht sind. Da das Auffangen des freihängenden Korbes durch die Caps immerhin nicht sicher ist, verdient die Vorrichtung von Ormerod den Vorzug. — Auf ganz

---

[451]) Dingler polyt. Journal. Bd. 189. S. 30. Bd. 220. S. 209. — The Mechanics' Magazine. April 1868. S. 293. — The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 433. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 303.

[452]) The Mechanics' Magazine. Juni 1867. S. 382.

[453]) Ebenda. Juli 1867. S. 4.

gleichem Princip beruht das von King angegebene Aushängeglied[454]), ebenso das von Walker[455]), welches sich auf der Königsgrube in Oberschlesien praktisch bewährt hat[456]). Dasselbe System ist bei den Angaben von Schantl[457]), sowie bei der Einrichtung des mehrerwähnten Förderkorbs auf den Steinkohlengruben von Blanzy[458]) zur Anwendung gelangt. Auch bei dem öfter hervorzuheben gewesenen Förderkorb auf dem Dechenschacht der Heinitzgrube bei Saarbrücken von Pinno[459]) ist eine derartige Vorkehrung getroffen worden, welche in der Anordnung von den vorhergehenden zwar abweicht, aber doch die ähnlichen Mängel enthält. In Westfalen findet sich eine derartige Vorrichtung von Fritz und Harpenrath auf einzelnen Gruben eingeführt[460]). Hierher gehört auch die Seilauslösevorrichtung von Reteen und Minolecky[461]) — Die Mängel der ganzen Einrichtung bestehen vorzugsweise darin, dass in den Schacht fallende Gegenstände auf das Glied mit solcher Kraft wirken können, dass ein unvorhergesehenes Auslösen des Förderkorbs bewirkt wird; man hat sich deshalb noch nicht allgemein zur Anbringung dieser Vorkehrung entschliessen können, weil dadurch ein neues, Unsicherheit mit sich führendes Glied in die Kette der Förderapparate eingefügt wird, welches direct die Ursache von Unfällen werden kann, wenn man sich auf seine Wirksamkeit verlässt, während man am sichersten fährt, wenn man sich der Zuverlässigkeit des Maschinenwärters versichert halten darf[462]). Dagegen bietet eine völlige Sicherheit gegen die Gefahr des Ueberwindens die auf den Steinkohlengruben Paulus[463]) bei Morgenroth und Abendstern bei Rosdzin[464]) in Oberschlesien getroffene Einrichtung in der Fördermaschine selbst, welche durch selbstthätige Abschliessung der Drosselklappe sofort ausser Thätigkeit gesetzt wird, sobald der Förderkorb über die Hänge-

---

454) The Mining Journal. London 1868. p. 906. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 154.

455) The Mining Journal. London. Vol. 44. p. 270; Vol. 45. p. 1157; Vol. 46. p. 540. — Dingler 206. S. 106; Bd. 220. S. 209. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 189.

456) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 238.

457) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 268.

458) Burat: les houillêres en 1868. p. 105.

459) Pinno: a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 41.

460) Glückauf. Essen 1874. No. 51. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 109; Bd. 24B. S. 162.

461) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 295. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 71.

462) v. Hauer: in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 323. — Berggeist. Köln 1870. S. 586. — Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 277.

463) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 211.

464) Ebenda. S. 477.

bank gelangt ist. Diese Sicherung ist auch in anderen Revieren eingeführt[464a]).

Die Lage der Seilscheiben zur Maschine muss so angeordnet werden, dass das Seil beim Uebergang von den Seilscheiben in den Schacht nicht zu weit unter dem rechten Winkel gebogen wird, weil eine schärfere Biegung der Haltbarkeit der Seile, namentlich der Drahtseile, schadet; man erreicht dies durch verhältnissmässig niedrige Lage der Seilscheiben, möglichst weite Entfernung der Maschine vom Schachte und hohe Stellung der Seilkörbe. Der Verlagerung der Seilscheiben auf Federn oder langen federnden Angewägebalken ist oben S. 155 Bd. II schon gedacht, wo es sich um die Mittel handelte, den Stoss beim Anheben des Fördergefässes auf das Seil unwirksam zu machen; es ist damit der Uebelstand verbunden, dass die Federn nicht dauernd gleich stark bleiben.

Die Gerüste[465]) müssen möglichst einfach hergestellt werden und nur so stark sein, dass sie einerseits dem Druck der Last, andrerseits dem

Fig. 609.

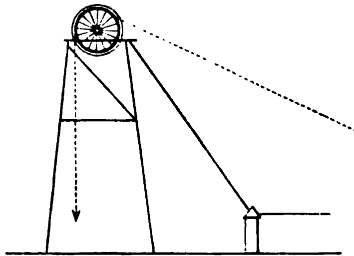
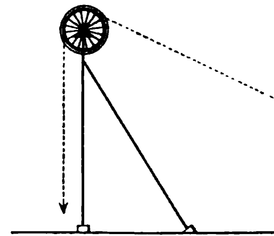


Fig. 610.



Seilzug widerstehen. Von der Ueberbauung der Gerüste durch kostspielige Schachtthürme kommt man nach englischem Muster auch bei uns immer mehr ab[466]). Die Schachtgerüste besitzen in der Regel[467]), so namentlich in Staffordshire und Lancashire, die Form eines Thurmes, welcher aus vier, Fig. 609, oder eines Bocks, Fig. 610, welcher aus zwei kräftigen und gut mit einander verbundenen Säulen gebildet und nach der Zugrichtung der Maschine fest gegen den Boden abgestrebt ist. Im District von Newcastle kommt fast ausschliesslich die in Fig. 611 dargestellte Construction zur Anwendung, welche sich durch grosse Stabilität auszeichnet. In früherer Zeit hat man die Gerüste mit den Umfassungswänden der die überdeckenden Gebäude in unmittelbare Verstrebung gebracht, so dass die

---

[464a]) Glückauf. Essen 1883. No. 32. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 496.

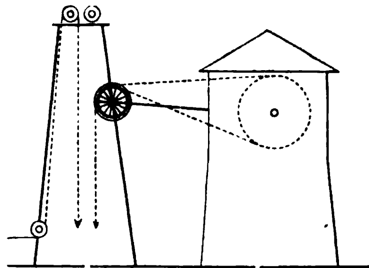
[465]) Eichenauer: Die Seilscheibengerüste der Bergwerks-Förderanlagen. Leipzig 1877.

[466]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 82.

[467]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 152.

auf die Gerüste bei der Förderung wirkenden Stösse sich den Wänden mittheilten und diese daher unverhältnissmässig stark construirt werden mussten, ohne dass sie dadurch vor Zerstörungen gesichert waren; man zieht es deshalb vor, die Gerüste über den Schacht frei und isolirt aufzustellen und unabhängig vom Maschinengebäude zu verstreben. Das Material der älteren Gerüste dieser Art ist Holz mit sehr starken Armaturen, während in neuerer Zeit die Schachtgerüste meist in Eisen ausgeführt werden, wodurch zwar grössere Anlagekosten verursacht, aber sehr viele Reparaturen und Störungen des Betriebes vermieden werden. Anfänglich behielt man für die eisernen Gerüste die Construction für die hölzernen bei und ersetzte die Holzbäume durch kastenförmige Säulen, welche aus ⊔ und Flach-Eisen zusammengesetzt wurden. In neuerer Zeit construirt

Fig. 611.



man die Säulen aus Eisenblech oder aus Winkelschienen, welche nach Art der Gitterträger durch Streben mit einander verbunden werden. Man findet die verschiedenartigsten Constructionen in allen Bergrevieren, so ausser in England, in Belgien, in Westfalen[468]), auf den Gruben bei Saarbrücken[469]), wo namentlich die neuen tiefen Schächte im Fischbachthale sich durch kräftige, sinnreiche Constructionen auszeichnen, in Schlesien[470]), wo man besonders auf der fiskalischen Königin Luise Grube in ausgedehntem Maasse eiserne Gerüste aufgestellt und sich dabei englischer Muster bedient hat. Auf den Anthracitgruben in Pennsylvanien[471]) sind die Seilscheibengerüste in der Regel als einheitliches Ganze mit den zugleich zu Separationsanlagen dienenden Schachtgebäuden aufgeführt, selten findet man sie isolirt; meistentheils sind sie in Holz construirt, schmiedeeiserne Gerüste sind nur vereinzelt vorhanden und dann in ihrer Construction den hölzernen nach-

---

[468]) Erdmann in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 399. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 165; Bd. 25B. S. 238.

[469]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 314; Bd. 21B. S. 301.

[470]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 382. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1879. S. 474.

[471]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 28.

gebildet, indem die 4 Säulen mit kasten- oder röhrenförmigem Querschnitt, Fig. 612, 613, hergestellt sind. — Die eisernen Gerüste haben neben anderem den grossen Vorzug, dass sie den sehr gefährlichen Feuersbrünsten nicht zugänglich sind, weshalb man zugleich vielfach die mit ihnen verbundenen Ladebühnen völlig in Eisen herstellt.

Fig. 612.

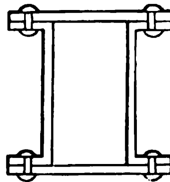
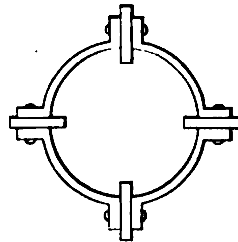


Fig. 613.



h. Bremsen.

Um die Bewegung in der Gewalt zu behalten und zu mässigen, wenn sich das Fördergefäss der Hängebank nähert und das niedergehende Gefäss durch Ueberschuss der Seillänge das Uebergewicht erhält, sind Bremsen erforderlich, namentlich überall da, wo bedeutende Centrifugalkraft entwickelt wird, sei es durch grosse Radien und Gewichte oder durch grosse Winkelgeschwindigkeiten. Die Bremsen werden bei Schwungradmaschinen wohl häufig auf das Schwungrad wirkend angebracht, besser aber ist es, sie auf die Seiltrommeln wirken zu lassen, weil bei deren geringerem Durchmesser die Wirkung schneller und unmittelbarer eintritt. Man hat Backen-, Schrauben-, seltener Bandbremsen, bei Dampfmaschinen speciell Dampfbremsen[472]). Die letzteren, obwohl sie jetzt häufiger Anwendung finden, müssen sehr gut bewartet werden, wenn sie nicht im Augenblick der Noth und des schnellen Gebrauchs den Dienst versagen sollen. Man hat deshalb Einrichtungen getroffen, wo neben der Dampfbremse eine mittelst Hand bewegte Schraubenbremse auf das Bremsband einwirken kann, so dass der Maschinenwärter selbst bei plötzlicher Beschädigung der Fördermaschine noch einen Stillstand der Seilkörbe herbeizuführen vermag. Solche Vorkehrungen finden sich beispielsweise auf dem Josefaschacht der Gerhardgrube bei Saarbrücken[473]), auf den Liebauer Schächten in Niederschlesien[474]).

---

472) Der Berggeist. Köln 1859. S. 855. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 80.

473) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 238.

474) v. Hauer in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 24. S. 287.

Mit den Dampfbremsen hat man eine Vorrichtung in Verbindung gebracht, mittelst welcher das Uebertreiben des Fördergestells verhindert wird, indem dasselbe eine Hebeklinke löst, wodurch mit Hilfe einer mit der Hebeklinke verbundenen Zugstange das Bremsventil geöffnet wird[475]).

Als Bremsmittel wird bei den Fördermaschinen, wie bei Locomotiven, der Gegendampf benutzt[476]), indem bei geöffnetem Dampfventil die Steuerung einfach umgelegt wird, von den Franzosen Reversiren genannt. Für Locomotiven wird dieses Verfahren als schädlich erkannt, weil eine sehr hohe, gefährliche Temperatur im Cylinder durch die statthabende Luftcompression und ein Einsaugen von Luft in den Dampfkessel wahrgenommen ist; viel geringer sind diese Bedenken für Fördermaschinen, weil immer nach jeder Tour Stillstände, also Abkühlung eintritt, auch die Wirkung des Gegendampfes nicht sehr energisch zu sein braucht. Man wendet deshalb häufig beim Einhängen von Materialien oder Einfördern von Menschen Gegendampf ohne Nachtheil an. Steigern sich die Mengen, welche einzuhängen sind, so hat man allerdings Vorkehrungen getroffen, wie im südlichen Frankreich auf den Schächten von Montceau, wo grosse Mengen von Bergen zum Versetzen in den Abbauräumen eingefördert werden müssen, so dass die Maschinen mehre Stunden hintereinander mit Gegendampf arbeiten und bei der Schnelligkeit des Förderns die Gefahr zu grosser Erwärmung vorliegt. Man lässt deshalb den Dampf nicht direct in die Atmosphäre ausblasen, sondern führt ihn durch einen grösseren Dampfraum, welcher nun mit Dampf von Atmosphärenspannung und condensirtem warmen Wasser gefüllt ist. Der Maschinenwärter schliesst in demselben Moment, wo er die Steuerung umlegt und Gegendampf giebt, ein in dem Ausblaserohr angebrachtes Ventil, welches indess immer noch eine, wenn auch erschwerte Communication zwischen dem Cylinder und dem Dampfraum offen lässt; in Folge dessen wird von dem Kolben keine Luft, sondern mit Wasser geschwängerter Dampf aus dem Dampfraum angesogen und dadurch während der Compressionsperiode die zu starke Erwärmung des Cylinders verhindert. Es soll auch schon genügen, wenn man den Dampfraum fortlässt und in dem Ausblaserohr, welches dann möglichst gross zu nehmen ist, eine Drosselklappe anbringt, weil in der Compressionsperiode ziemlich viel Dampf zwischen dem Kolben und Cylinder verloren geht, welcher das Ausblaserohr füllt und aus demselben wieder angesogen wird. Da bei jedem Treiben zuerst mit wirkendem Dampf angehoben werden muss und nach jedem Treiben ein Stillstand eintritt, so ist anzunehmen, dass schon die einfache Absperrung des Ausblaserohrs genügt, um eine zu starke Erwärmung des Cylinders zu verhüten; auch

---

[475]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 296.

[476]) Hilt: über die systematische Anwendung des Gegendampfes bei Fördermaschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 49. — Burat: les houillères en 1868. p. 109.

ein Nachtheil auf den Mechanismus der Maschine ist nicht vorauszusetzen, auch nicht wahrgenommen worden. Man wird deshalb dieses einfache Mittel überall da anwenden und der Bremse vorziehen können, wo es sich nicht um schnellen oder plötzlichen Stillstand, sondern um eine Mässigung der Bewegung handelt. Der Maschinenwärter hat nur nöthig, nachdem er den Steuerhebel in die richtige Lage gebracht hat, das Dampfleitungsventil zu reguliren und dasselbe je nach der zu bewirkenden Geschwindigkeit mehr oder weniger zu öffnen oder zu schliessen. Das Verfahren gewährt demnach in allen Fällen des Gebrauchs ausreichende Wirkung, Gefahrlosigkeit für die Maschine bei ökonomischem Verbrauch des Dampfes, eine bequeme und sichere Steuerung. Für Locomotiven ist eine andere Methode, die Dampfrepressionsbremse von Krauss vorgeschlagen. Hierbei bleibt die Steuerung unverändert liegen, das Ausblaserohr wird gegen die äussere Luft abgeschlossen und in directe Verbindung mit dem Dampfkessel gebracht, während die gewöhnliche Dampfadmissionsklappe geschlossen wird, so dass also der Dampf mit vollem Gegendruck auf den Kolben wirkt und auf der andern Seite nur der in dem schädlichen Raum enthaltene Dampf auf den Kolben drückt. Die hemmende Kraft ist hier also eben so stark, wie die wirkende. Man kann dieses Verfahren auch auf Fördermaschinen anwenden, wobei indess zu erwägen ist, dass bei jedem Treiben erst ein Anheben des Fördergestells stattfinden muss, dass also hier demnach eine Umlegung der Steuerung nothwendig ist und dass mit dieser kaum gleichzeitig die Umänderung des Dampfweges wird erfolgen können; hat man aber die Rückwärtsbewegung einmal eingeleitet, so ist durch diese Methode absolute Sicherheit geboten.

i. Motoren.

1. Handgöpel.

Göpel, durch Menschen bewegt, kommen kaum noch vor. Wenn sie angewendet werden, haben sie meistentheils 4 Schwengel, seltener 8, von denen die mittleren dann an Querriegel befestigt sind; die Schwengellänge nimmt man 2 Meter, nicht gut über $2^1/_2$ Meter. Den Halbmesser des Seilkorbes mit der Hälfte der Seildicke macht man gleich einem Viertel der Schwengellänge; die Geschwindigkeit nimmt man etwa zu 1 Meter in der Sekunde. Die Leistung sollte grösser sein als am Haspel wegen der günstigeren Stellung der Arbeiter, sie ist es aber nicht theils wegen der Ungewohntheit, theils weil die Arbeiter sich selbst fortbewegen müssen.

2. Thiergöpel.

Die wesentlichen Theile der durch Thiere bewegten Göpel sind die Göpelwelle, an deren oberen Theil der Seilkorb zur Aufnahme des Seils angebracht ist; dieselbe steht unten mit ihrem Zapfen in dem Göpelstock, welcher fest in dem Erdboden verlagert und eingegraben ist, wäh-

rend der obere Zapfen in dem Dachgespärre des Göpelthurms die entsprechende Pfanne hat; mit der Welle verbunden ist der Renn- oder Tummelbaum (Schwengel), welcher so angebracht sein muss, dass die Thiere umwenden können. Bei horizontaler Lage giebt man daher eine Wendedocke, was aber nicht zweckmässig ist, oder man benutzt gebogene Schwengel, oder man setzt ihn unter einem Winkel von etwa 50 Grad an[477].

Die Seilkörbe sind entweder cylinderisch oder konisch und selbst mit Seilfächern, als eigentliche Spiralkörbe construirt; die konischen sind in drei Gestalten vorhanden, indem entweder die grossen Grundflächen oder die kleinen Grundflächen der beiden Seilfächer oder die grosse des einen mit der kleinen des andern zusammenfallen, von denen die dritte Construction kaum noch in Anwendung ist. Dieselben sollen die Seillast ausgleichen, was freilich vollständig nur möglich wäre, wenn der Korb die Form eines Rotationskörpers hätte, dessen Erzeugungslinie den sog. Karniessleisten ähnlich wäre[478]. Die Herstellung der Körbe geschieht aus Armgevieren, denen die Welle zur Achse dient und welche am Umfange Kränze aufnehmen, diese etwas vorstehen zu lassen, ist zweckmässig; zwischen den Kränzen wird die Verschalung angebracht, auf welche sich das Seil aufzuwickeln hat. Neuerdings stellt man die Körbe auch wohl aus Eisen her. In Freiberg macht man die obere Korbhälfte beweglich und richtet sie so ein, dass man sie mittelst einer Winde heben kann, um im Stande zu sein, aus verschiedenen Sohlen bequem zu fördern. In der Nähe des Korbes bringt man Rollen an, welche durch ein Gewicht an das Seil gedrückt werden, um denselben als Leitung bis zu den Seilscheiben zu dienen. Bei grossen Lasten darf eine Bremse an dem Seilkorb nicht fehlen.

Die Aufstellung der Göpel erfolgt bei seigeren Schächten in der Regel seiger, so dass das Seil über die Seilscheiben im rechten Winkel gebogen ist; da bei tonnlägigen Schächten die Seilscheiben in der Neigungsebene des Schachtes zu liegen haben, so richtet man hierbei die Stellung der Göpelwelle so ein, dass das Seil eine möglichst vortheilhafte Biegung erhält. Damit regelmässiges Aufwickeln des Seils stattfindet, ist die Entfernung der Seilkorbwelle vom Schachte mindestens 20 Mal so gross zu nehmen, wie die Seilfachhöhe.

Für Thiergöpel sind nur Rundseile anwendbar.

An dem Schwengel befindet sich die Scheere zum Anspannen der Pferde; damit dieselben nicht eine rückgängige Bewegung machen können, ist ein Schleppspiess angebracht, welcher das Zurückgehen verhindert.

Die Bespannung erfolgt durch 1 oder 2 Pferde, nur selten hat man

---

[477]) Weisbach: Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Braunschweig 1851—1860. Bd. 3. S. 529.

[478]) Ebenda. S. 539.

mehr, z. B. in Wieliczka 4 Paar Pferde[479]), während früher so starke Bespannungen häufig waren.

Auf den Freiberger Gruben hat der Korb bei zweispännigen Göpeln $3^3/_4$ bis 4 Meter Durchmesser, bei einspännigen nur $1^7/_8$ bis 2 Meter; die Schwengellänge verhält sich zum Seilkorbdurchmesser bei 11 bis 12 Ctr. Last und 270 bis 290 Meter Tiefe wie 17 : 4, wofür wegen der Seilstärke und des schrägen Zuges 4 : 1 zu rechnen ist, so dass der Radius des Schwengelkreises $7^1/_2$ bis 10 Meter beträgt. Im Mansfeldischen ist bei einspännigen Göpeln das Verhältniss 5 bis 7 : 1, in Ungarn bei mehrspännigen wie 3 bis 2 : 1, neuerdings 2 : 1, in den älteren Constructionen wie 17 : 6 oder 49 : 20, auch in Wieliczka wie 2 : 1, bei sehr tiefen Schächten wie 4 : 1. In Cornwall hat der cylinderische Korb 3 Kränze, dessen Durchmesser beträgt 3 Meter, die Höhe 1,5 Meter, der Radius der Bahn oder des Schwengelkreises 6,5 Meter, der Seilscheibendurchmesser 0,625 bis 1,25 Meter; bei einer Tiefe des Schachts unter 80 Meter bespannt man mit einem Pferde, für tiefere Schächte mit 2 Pferden, welche 6 Stunden arbeiten und während dieser Zeit traben, während sie anderwärts im Schritt gehen.

Ein Pferd leistet nach Weisbach[480]) im Mittel 95 Pfund bei 0,9 Meter mittlerer Geschwindigkeit in der Sekunde bei achtstündiger Arbeit; die Geschwindigkeit der Last ist im Mittel 0,3 Meter in der Sekunde, selten über 0,5 Meter, oft unter dem Mittel. Nach Gaetzschmann sind die Pferdegöpel in Schächten von 80 bis 290 Meter Tiefe anwendbar. Nach Hartig[481]) ist die vortheilhafteste Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Ochsen in der Sekunde 0,60 Meter, des Esels 0,80 Meter, des Pferdes 0,90 Meter.

3. Hydraulische Motoren[482]).

aa. Kehrradgöpel.

Kehrradgöpel sind durch Wasserräder bewegt, welche wohl in der Regel oberschlächtig sind, weil sie meist unter Tage hängen; um die Vor- und Rückwärtsbewegung hervorzubringen, wäre die Kuppelung zweier entgegengesetzt geschaufelter Räder wohl anwendbar, man zieht aber das doppelt geschaufelte Kehrrad vor. Meistentheils bringt man Vorgelege nicht an. Es giebt zwei Arten. Bei der einen sitzen die Seilkörbe unmittelbar auf der Wasserradwelle und zwar zu jeder Seite des Rades ein Korb, wobei lange Seile in besonderen Seilschächten bis zu Tage gehen. Bei der anderen Art liegen die Seilkörbe über Tage, wobei das Rad ein Stangenvorgelege treibt; zu jeder Seite des Rades befindet sich ein doppelter Krummzapfen,

---

479) Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline. S. 209.

480) Weisbach a. a. O. Thl. 2. S. 304. Thl. 3. S. 535.

481) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 442.

482) F. Neumann: hydraulische Motoren. Weimar 1868.

deren Warzen um je einen Viertelkreis von einander stehen, damit von den 4 Schachtgestängen regelmässig 2 niedergehen und die Arbeit verrichten, denn man kann ihnen keine Leitung geben, also auch nicht durch Schub arbeiten lassen, sondern nur durch Zug[483]). Statt der Stangenvorgelege wendet man bei Rädern, welche über Tage liegen, z. B. am Harz, Feldgestänge, Kettenvorgelege u. dgl. m. an. Die zweite Art ist die ungünstigere Einrichtung. Die erste Art giebt unter günstigen Verhältnissen in einem seigeren Schacht von 300 Meter Tiefe 75 Procent, die zweite Art unter ungünstigen Verhältnissen in tonnlägigem Schachte und mit langem Vorgelege nur 30 Procent Nutzeffect.

Der Treibemeister hat die Hebel für zwei Schütze, für die Bremse und für zwei Stürzhaken zu führen; dabei hat er darauf zu achten, dass die eine Schütze um so mehr geschlossen werden muss, je näher das Gefäss der Hängebank kommt, um die Schnelligkeit der Bewegung zu hemmen.

Die Geschwindigkeit bei dieser Förderungsmethode beträgt 0,5 bis 1 Meter.

bb. Turbinengöpel.

Man hat Göpel mit horizontaler Turbine, bei welcher sich Vorrichtungen finden, um vor- und rückwärts treiben zu können, z. B. auf der Grube „Gesegnete Bergmannshoffnung" bei Freiberg durch Oberkunstmeister Braunsdorf construirt[484]); auch hier ist die Nothwendigkeit, eine Bremse anzubringen, vorhanden. Ferner muss man ein- oder mehrfache Räderübersetzung anwenden, weil z. B. bei $^1/_2$ bis 1 Meter Schachtgeschwindigkeit in der Sekunde und 2 bis 3 Meter Korbdurchmesser derselbe nur 4 bis 8 Umdrehungen in der Minute macht.

Auf der Grube Heinrichsegen im Revier Müsen ist in der tiefen Stollnsohle eine Turbine zur Förderung aus 63 Meter Tiefe aufgestellt, welche das Kraftwasser aus einem höheren Stolln erhält und Tonnen von $3^1/_4$ Hektoliter Inhalt fördert[485]).

Verticale Turbinen mit theilweiser Beaufschlagung der Wasser sind als Kehrturbinen benutzt, z. B. auf „oberes neues Geschrei Fundgrube" bei Freiberg.

cc. Wasseraufzüge.

In Oesterreich werden die Wasseraufzüge Kübelkünste genannt und dort in der rohesten Form beim Bergbau im Salzthon angewendet, indem man ein mit Wasser gefülltes Gefäss auf das Gestell für den leeren Kübel setzt und dadurch den Aufgang des vollen Kübels bewirkt; unten wird

[483]) Weisbach a. a. O. Thl. 3. S. 541.

[484]) Ebenda. S. 546.

[485]) Hauchecorne a. a. O. S. 78.

das Wasser entleert und das Gefäss mit dem vollen Kübel wieder zu Tage gefördert.

In grösserer Vervollkommnung finden sich die Wasseraufzüge im Mansfeldischen, in Oberschlesien, in England beim Kohlenbergbau in Südwales[486]), und zwar nur in seigeren Schächten. Sie sind zunächst überall anwendbar, wo Stolln zum Abgiessen der eingeführten Wasser vorhanden sind, kommen aber auch in Tiefbauen vor, indem man die ausgegossenen Wasser wieder hebt oder die Einrichtung so trifft, dass sie auf einer höheren Stollnsohle ausgegossen werden können.

Wo man aus derselben Sohle fördert, in welcher die Wasser entleert werden, giebt man Wasserkasten unter den Gestellen; zweckmässig versieht man die Wasserkasten mit Ventilen, welche sich beim Aufstossen des Kastens öffnen und eine Selbstentleerung bewirken, oder man bringt einen Seilzug an den Klappen an, welche dadurch von dem Arbeiter geöffnet werden. In der Regel wendet man eine grosse Seilrolle oder Seilscheibe über den Fördertrümen an, über welche das Seil in dem einen Trum hinab, in dem anderen hinaufgleitet, oder man hat eine grössere Seilscheibe in der Mitte zwischen den Trümen und 2 kleinere Seilscheiben, für jedes Trum eine, oder aber man benutzt für jedes Trum eine kleine Leitscheibe, wo man dann die Seile auf einen gemeinschaftlichen Seilkorb leitet. Dabei ist die Anbringung einer kräftigen Bremse nothwendig, besonders wenn keine Ausgleichung des Seilgewichts stattfindet, was dadurch geschieht, dass man unter beiden Kasten eine gemeinschaftliche Kette anbringt, welche im Schachttiefsten über eine Rolle geführt ist.

Fördert man aus verschiedener Tiefe, so sind die Wassergefässe immer von den Gestellen getrennt, sie gehen dann entweder an kleineren Hebelsarmen der Seilscheiben oder Seilkorbwelle, besser aber findet eine Uebersetzung durch Vorgelege statt, wie z. B. im Mansfeldischen auf dem Lichtloch 23. des Schlüsselstollns[487]). Hier hatte die Seilscheibe für die Wassergefässe $2^1/_4$ Meter Durchmesser, die Uebersetzung fand im Verhältniss von $^{103}/_{43}$ statt, der Durchmesser der Scheibe für die Fördertonnen war ebenfalls 2,25 Meter; man benutzte Bandseile und unter den Kasten contrebalancirende Ketten; ebenso hatte man auf dem Müllerschacht daselbst, wo aus 111 und 99 Meter Tiefe gefördert wird, der Zabenstädter Stolln die Wasser hergiebt und auf dem nur 22 Meter tieferen Schlüsselstolln dieselben wieder abfliessen, Vorgelege im Verhältniss von 5 : 1; die Wassergefässe enthielten 2 Kubikmeter oder 4815 Pfund, die Last betrug $5^1/_4$ bis $6^1/_2$ Centner, die Geschwindigkeit 1,25 Meter in der Sekunde, wobei man in der achtstündigen Schicht 90 bis 95 Gefässe förderte. — Um auf verschiedene Etagen

---

[486]) Zeitschr. d. schles. Vereins. Jahrg. 1859. S. 121. 161. 210. 378; Jahrg. 1860. S. 31. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. 376; Bd. 3A. 121; B. S. 48; Bd. 4B. S. 71; Bd. 6B. S. 114; Bd. 8A. S. 189.

[487]) Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 274.

zu fördern, hat man auf der Halsbrückner Hütte bei Freiberg[488]) jedem Fördergestell, unter den sich der Wasserkasten mit Stossventil befindet, ein besonderes Seil gegeben und diese über je eine Seilscheibe geführt, welche beide auf ein und derselben Welle sitzen; während aber die eine auf der Welle festgekeilt ist, sitzt die andere nur lose auf und kann verstellt werden, um in verschiedenen Stellungen mit der festen Scheibe gekuppelt zu werden, je nachdem auf die eine oder andere Etage gefördert werden soll. — Auf Braunkohlengruben im Halberstädtschen fördert man mit einer Geschwindigkeit von 1,5 Meter in der Sekunde aus 42 Meter Tiefe in 30 Sekunden, wo man Wassergefässe aus Eisenblech anwendet, welche das Anderthalbfache des Lastgewichts an Wassergewicht fassen. Ueberhaupt kann man annehmen, dass ohne Benutzung von Vorgelegen etwa $1^1/_2$ Centner Wasser zum Heben von 1 Centner Kohle erforderlich sind, wovon nur tiefe Schächte wegen der vorhandenen Seillast eine Ausnahme machen.

Die Wasser muss man unter einem gewissen Druck, etwa 0,66 bis 1 Meter, in den Kasten einströmen lassen, wozu der Arbeiter einen Hebel führt; zur Ansammlung der Wasser über Tage dienen Reservoire oder Sammelteiche. In Oberschlesien werden hierzu die von den Pumpen zu Tage gehobenen Wasser benutzt, was nach Nottebohm[489]) deshalb vortheilhaft sein soll, weil eine gute Wasserhaltungsdampfmaschine auf Brennmaterial bezogen, grösseren Nutzeffect hat, als eine ebenso gute Förderdampfmaschine, die man also durch den Wasseraufzug erübrigt; im Mansfeldischen hat man einen Nutzeffect von 54 bis 64 Procent erzielt.

Auf Segen Gottes Grube bei Antonienhütte in Oberschlesien befindet sich ein derartiger hydraulischer Aufzug zur Ueberwindung einer Sohlendifferenz von 2,62 Meter, die Schienen der Förderschalen liegen beim tiefsten Stande mit dem Geleise der unteren Sohle, beim höchsten mit dem der oberen in gleicher Höhe. Die Betriebswasser betragen für einen Aufzug 0,042 Kubikmeter, dieselben fallen aus einem 103,6 Meter hoch gelegenen Wasserbehälter durch schmiedeeiserne Röhren senkrecht ein und werden noch 314 Meter horizontal weiter geleitet; die Einfallröhren sind oben 0,063 Meter, unten 0,38 Meter im Lichten weit. Die Dauer eines Aufzuges bei vollständig geöffnetem Schieber und Regulirungshahn beträgt 15 Sekunden bei einer Nettobelastung von 10 Centnern Kohlen, wozu noch 20 bis 25 Sekunden für Aus- und Einschieben der Wagen hinzutreten. Der Anschläger besorgt zugleich die Steuerung des Apparats. Das verbrauchte Wasser fliesst in den Sumpf der Wasserhaltungsmaschine und wird von dieser wieder zu Tage gehoben. In der Schicht von 10 Arbeitsstunden werden 600 Aufzüge bewirkt, also 6000 Centner auf die Höhe von 2,62 Meter ge-

---

[488]) Jahrbuch für das B.- u. H.-Wesen im Königreich Sachsen. Freiberg 1879. I. Theil. S. 148.

[489]) Zeitschr. des schles. Vereins. 1859. S. 162.

hoben; dabei kostet die Wasserhaltung für 1 Kubikmeter Wasser 2,965 Pf. oder während der ganzen Schicht für 25,6 Kubikmeter 75,6 Pf.[490]).

Wo es sich um die Bewältigung geringer Fördermengen handelt, ist die Anwendung der Wasseraufzüge wohl nicht zu verwerfen, zumal sie in der Anlage einfach und billig sind; bei grossen Fördermengen sind sie aber unanwendbar, weil das jedesmalige Entleeren der Wasserkasten zu viel Zeit raubt.

dd. Wassersäulengöpel.[491])

Die Wassersäulenmaschinen werden zur Förderung bis jetzt noch selten angewendet, man findet sie im Mansfeldischen[492]), in Ungarn, im Königreich Sachsen. Auf der Grube Wildenberg im Revier Olpe im Siegen'schen ist in neuerer Zeit eine Wassersäulenmaschine zur Förderung aufgestellt[493]), desgleichen bei dem k. k. Blei- und Zinkerzbergbau in Raibl[494]).

Die von Adriany für den Andreasschacht bei Schemnitz erbaute Wassersäulenmaschine[495]) hat zwei liegende Cylinder, directe Uebertragung auf die Seilkorbwelle und Schwungrad; die Umsteuerung erfolgt durch einen Vierweghahn, sonst sind Steuerkolben vorhanden. Das Gefälle beträgt 111 Meter, der Durchmesser der Treibecylinder 16 Centimeter, der Hub in denselben 1 Meter, sie sind doppeltwirkend und machen $4^1/_4$ Spiele in der Minute, wobei die Geschwindigkeit der Tonne im Schachte 33 Centimeter in der Sekunde beträgt.

Ebenso ist die von Bornemann erbaute Wassersäulenmaschine auf Daniel Fundgrube bei Schneeberg[496]) doppeltwirkend mit zwei liegenden Cylindern.

Der Wassersäulengöpel auf dem Lichtloch No. 21. des Schlüsselstollns bei Hettstädt hat 2 Stiefel, ist doppeltwirkend und kann 6 Pferdekräfte entwickeln. Die neuere Anlage auf dem Wassermannschacht bei Eisleben fördert aus dem Flachen unterhalb der Gezeugstrecke, die Aufschlagewasser müssen wieder zurückgehoben werden; der Göpel hebt nur einen Hund, welcher durch sein eigenes Gewicht wieder zurückgeht, daher nur ein ausrückbarer Seilkorb vorhanden ist; die Wassersäulenmaschine hat zwei liegende Cylinder von 12 Centimeter Durchmesser und 54 Centimeter Hub.

Ganz neu sind die durch Armstrong an den Wassersäulenmaschinen herbeigeführten Verbesserungen. Derselbe giebt 2 oder 4 Cylinder, lässt

---

490) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 112.

491) Althans, über die Anwendung der Wassersäulenmaschinen auf den Bergbau. Zeitschr. Bd. 9B. S. 1.

492) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3A. S. 121; Bd. 8A. S. 189.

493) Hauchecorne a. a. O. S. 78.

494) Scherks in v. Rittinger Erfahrungen. Jahrg. 1869. Wien 1870. S. 2.

495) Weisbach a. a. O. Thl. 3. S. 555.

496) Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenm. a. d. Jahr 1856. Freiberg. S. 184.

doppeltwirkend arbeiten, wendet Schiebersteuerung an, stellt die Cylinder paarweise geneigt und benutzt zur Umsteuerung die von der Dampfmaschine entnommene Coulisse. Nach seinem Princip befand sich auf der Grube South Hetton bei Eppleton im nördlichen England eine Maschine, welche jetzt abgeworfen ist, zur Förderung aus flachen Abhauen mit 4 Cylindern von 8 Centimeter Durchmesser, 31 Centimeter Hub, 100 Spielen in der Minute bei 188 Meter Fallsäule. Auf der Bleierzgrube Allenhead[497]) hat man 4 Cylinder von 16 Centimeter Durchmesser, 47 Centimeter Kolbenlauf, 60 Spielen in der Minute mit 4,75 Meter Seilgeschwindigkeit in der Sekunde, 72 Meter Wassergefälle, die Last beträgt 7 bis 10 Centner, das Seil ist nicht ausgeglichen. Man erhält bei den Maschinen von Armstrong 56 bis 63 Meter Kolbenbewegung in der Minute, ähnlich wie bei Dampfmaschinen.

In neuester Zeit construirt Armstrong drei einfachwirkende, mit Plungerkolben versehene schwingende Cylinder, welche an drei um 120 Grad verstellte Kurbeln angreifen. — Beim Abteufen eines Schachtes auf der Grube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken nach einer tieferen Sohle benutzte man eine kleine Wassersäulenmaschine mit 4 oscillirenden Cylindern. Das Betriebswasser wurde aus einer 220 Meter höheren Sohle durch eine schmiedeeiserne Röhrentour zur Maschine geleitet; von der Welle der Maschine wurde die Bewegung mittelst Riemen auf ein Vorgelege im Verhältniss von 1 : 2 und mittelst eines zweiten Vorgeleges im Verhältniss von 1 : 4 auf die Seiltrommelachse übertragen. Die Maschine hebt bei 220 Umdrehungen in der Sekunde 750 Kilogramm Nutzlast mit 0,27 Meter Geschwindigkeit, was ungefähr 2,7 Pferdekräften entspricht, wobei der Wasserverbrauch 155 l in der Minute beträgt[497a]).

Die Wassersäulenmaschinen haben neben ihren sonstigen Vorzügen den Nachtheil der unabänderlich gebotenen Vollfüllung, des langsamen Ganges, des grossen Steuerungswasserverlustes, welchen der Ingenieur Mayer zu Wien[498]) durch die Anbringung von Windkesseln an den Enden des Treibcylinders zu beseitigen suchte, indem in denselben die verloren gehende Luft automatisch ersetzt wird. Eine solche Maschine war im Jahre 1873 auf der Ausstellung in Wien vorgeführt und wurde später bei der Aufbereitung in Schneeberg verwendet. Nachher hat Mayer eine zweicylinderige Reversir-Fördermaschine mit variabler Füllung gebaut, welche sich bei dem allerdings nur bei einem Personenaufzuge in einem Privathause, also nur in kleinem Massstabe ausgeführten Versuche durch raschen und ruhigen Gang, durch grossen Nutzeffect auch bei veränderlicher Last,

---

[497]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 470.

[497a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31B. S. 202.

[498]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 2. 482; Jhrg. 1877. S. 2. 403.

durch leichte und sichere Steuerung, durch geringe Wartungs- und Unterhaltungskosten bewährt hat. Eine Anwendung beim Bergbau im Grossen scheint noch nicht stattgefunden zu haben.

In Verbindung mit der Wassersäulenmaschine von Armstrong überhaupt steht der von ihm construirte Accumulator, durch welchen die Wirkung continuirlich arbeitender Dampfmaschinen zu einer intermittirenden Leistung angesammelt wird, wofür zahlreiche Beispiele in England sich finden, bei uns ist derselbe bei der Trajectanstalt über den Rhein zu Ruhrort, auf der Johanneshütte der deutsch-holländischen Gesellschaft bei Duisburg und jetzt an vielen anderen Orten benutzt.

4. Dampfgöpel.[499])

Die mit Dampf betriebenen Göpel sind die kräftigsten von allen Fördermaschinen und gestatten bei guter Construction und entsprechenden Einrichtungen im Schachte Geschwindigkeiten von 6 bis 8 Meter und mehr in der Sekunde, weshalb sie von grösster Wichtigkeit beim Steinkohlenbergbau sind, wo grosse Fördermassen bewältigt werden müssen, und wo das Brennmaterial verhältnissmässig billig und unmittelbar zur Hand ist; auf Rose bridge colliery fördert man aus 737 Meter Tiefe in 55 Sekunden, also mit einer Geschwindigkeit von 13,4 Meter in der Sekunde[500]). Sie eignen sich übrigens vorzugsweise da, wo ein ununterbrochener Betrieb stattfindet. Mit Wassergöpel verglichen, haben sie vor diesen den Vorzug, dass sie im Allgemeinen leichter anzulegen, zu versetzen, der Oertlichkeit mehr anzupassen und lenksamer sind.

Das Princip der Construction ist sehr verschiedenartig, theils nach localen Ansichten, theils nach der Zeit der Erbauung; gemeinsam darin ist, dass sie doppeltwirkend construirt werden.

Früher hatte man häufig Maschinen mit Condensation, jetzt überwiegen Hoch- und Mitteldruckmaschinen, theils weil man in der Regel grössere Kraft verlangt, theils wegen ihrer einfacheren Construction und wegen der oft vorhandenen Schwierigkeit, die Wasser zur Condensation zu beschaffen. Expansion im grösseren Maasse wurde früher nur selten benutzt, doch hat sie in neuerer Zeit Audemar auf den Gruben bei Blanzy bei einer 350 Pferde kräftigen Fördermaschine angewendet, von wo sie auch nach Nordfrankreich und nach Belgien bei sehr starken Maschinen eingeführt ist[501]). Das Princip ist demnächst von Kraft in Seraing weiter ausgebildet und kommt seitdem auch bei sehr kräftigen und grossen Maschinen zur Anwendung; mehre solcher Maschinen sind in Westfalen

---

[499]) J. Ritter von Hauer: Die Fördermaschinen der Bergwerke. Zweite Auflage. Leipzig 1874; auch für die übrigen Theile dieses Abschnitts einzusehen.

[500]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 126.

[501]) The Mining Journal. London 1872. p. 231.

aufgestellt[502]). Eine 1000 Pferdekräfte starke Zwillings-Maschine mit variabler Expansion ist auf dem Camphausen-Schachte No. I bei Saarbrücken im Betriebe. Dieselbe fördert 6 Förderwagen zu je 500 Kilogramm Ladung in dreietagigen Fördergestellen aus einer Tiefe von 496 Meter, ist aber bestimmt aus 700 Meter Tiefe zu fördern; sie arbeitet mit 5 Atmosphären Ueberdruck und einer Seilgeschwindigkeit von 10 Meter in der Sekunde. Die Vorrichtung zur variablen Expansion, durch welche man in der Lage ist, den Dampf der bei der erheblichen Tiefe schwankenden Belastung entsprechend auszunutzen, ist von dem Maschinenmeister Gerhard construirt und bewährt sich sehr gut; sie besteht im Wesentlichen in 2 Expansionsventilen in besonderen Ventilkasten, welche mit den beiderseitigen Ein- und Auslassventilen in je zwei Gruppen vereinigt sind und durch ein eigenes Excenter mit den nöthigen Steuerhebeln bewegt werden. — Auch auf dem Schacht No. 1 in den Kreuzgräben bei Saarbrücken ist gleichfalls eine 1000 Pferde kräftige Maschine zum Heben von 6 Förderwagen zu je 500 Kilogramm aus 700 Meter Tiefe mit einem absoluten Dampfdruck von 7 Atmosphären und einer Seilgeschwindigkeit von 10,5 bis 11 Meter in der Sekunde aufgestellt, welche mit variabler Expansion nach der Construction der Fabrikanten Ehrhardt und Sehmer[503]) arbeitet, wodurch eine vollständige Seilausgleichung bewirkt wird. Indem bei der vollen Belastung des Seiles d. i. beim Anheben des mit geladenen Wagen besetzten Förderkorbes mit Volldampf oder 75 Procent Füllung begonnen wird, tritt der stetig abnehmenden Last entsprechend immer stärkere Expansion bei geringeren Cylinderfüllungen ein bis zu dem Zeitpunkte, wo die Last des mit leeren Wagen niedergehenden Förderkorbes allmälig anfängt grösser zu werden als die aufsteigende Last. Dieses bis zum Ende des Treibens stets zunehmende Uebergewicht oder negative Moment wird in der Art nutzbar gemacht, dass der zunehmenden niedergehenden Last entsprechend die Expansionswirkungen durch Null hindurch gehend sich allmälig in Compressions- und Gegendampf-Wirkungen verwandeln, so dass gegen Ende der Fahrt die Cylinder keinen Dampf mehr verbrauchen, sondern im Gegentheil aus dem Ausblaserohr ein Gemenge von Dampf oder Luft einsaugen und in die Dampfleitung oder in die Kessel zurückpressen und dadurch gewissermassen zu einer entsprechenden Erhöhung des Kesseldampfes beitragen, die bei dem nächsten umgekehrten Treiben wieder ausgegeben wird. Dieses Spiel der Ventile wird lediglich durch den Steuerhebel bewerkstelligt, ohne anderes Zuthun seitens des Maschinenwärters, als dass er denselben aus seinem tiefsten Stande des Volldampfes, der Seilgeschwindigkeit entsprechend, innerhalb der vorgeschriebenen Führung vor- oder rückwärts bewegt, wodurch sich ganz von

---

[502]) Glückauf. Essen 1876. No. 10.

[503]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 261.

selbst diejenigen Expansions- und Compressionsgrade erzeugen, welche den jeweiligen Lastmomenten angemessen sind.

Auf der Ausstellung zu Paris im Jahre 1878 waren Fördermaschinen mit verschiedenen derartigen Systemen vorgeführt, so das von Audemar-Kraft an einer Maschine der Compagnie de Fives-Lille, das der Gebrüder Sulzer zu Winterthur, das der Gebrüder Beer mit Meyer'scher Expansion, das von Corliss, Brown, Collmann u. a. m.[504]). Unter den erwähnten wird namentlich der sog. Präcisionssteuerung von Collmann der Vorzug eingeräumt[505]); sowohl die Einström-, wie die Ausströmventile werden schnell gehoben und, ohne fallen gelassen zu werden, schnell geschlossen, wodurch eine vollkommen zuverlässige exacte Wirkung erzielt wird, während bei anderen Steuerungen die Ventile aus ihrer höchsten Stellung frei niederfallen, wodurch die Wirkung unzuverlässig wird; die Maschine giebt alle Expansionsgrade von 0,01 bis 0,8 Cylinderfüllung und wird die Füllung jederzeit vom Regulator den Widerstandsschwankungen entsprechend bestimmt; jeder Stoss in der Maschine wird auch bei grosser Tourenzahl vermieden, wodurch sich die Collmann-Steuerung vor denen von Corliss, Sulzer oder anderen Klinkensteuerungen auszeichnet, weil bei den letzteren die Geschwindigkeit des Ventilschlusses von der Grösse des schliessenden Gewichts- oder Federdruckes, von dem leicht veränderlichen Luftpufferwiderstand, von den stets veränderlichen Reibungswiderständen abhängt und daher, selbst bei grosser Aufmerksamkeit, niemals constant erhalten werden kann; alle Luftpuffer, Klinken und Spiralfedern sind vermieden und der Mechanismus ist keiner Abnutzung, welche ein häufiges Auswechseln einzelner Theile bedingen würde, unterworfen; der Zustand der Ventile, namentlich ihrer Schlussflächen, zeigt sich nach jahrelanger Benutzung unverändert und wird selbst unter den verschiedensten Temperaturen durch die Construction dieser Schlussflächen stets ein dichter Abschluss dieser Doppelsitzventile unbedingt herbeigeführt. In Deutschland befasst sich die Görlitzer Maschinenbauanstalt zu Görlitz mit der Herstellung solcher Maschinen mit Collmannsteuerung.

Früher wurden überwiegend Balanciermaschinen mit Vorgelege gebaut, mit $^1/_2$ Umsetzung bei einer Stärke von über 40 Pferden, mit $^1/_3$ und selbst $^1/_4$ bei geringerer Stärke, wobei das Getriebe auf der Schwungradwelle sitzt; jetzt findet für grosse Geschwindigkeiten directe Uebertragung der Bewegung auf die Seilkorbwelle statt.

---

[504]) Glückauf. Essen 1878. No. 89. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Étienne. II série, t. VIII. p. 789. — Dingler polyt. Journal. Bd. 236. S. 436.

[505]) Annalen für Gewerbe u. Bauwesen v. Glaser. Bd. II. S. 306. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 22. S. 341. — Der Berggeist. Köln 1879. S. 357. — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses. Berlin 1878. Sitzungsberichte S. 128.

Auf der Steinkohlengrube Wilhelmine Victoria bei Gelsenkirchen zerbrach das Schwungrad, welches 7,5 Meter Durchmesser und 20000 Kilogramm Gewicht hatte; um kein neues Schwungrad einbauen zu müssen, brachte man an der einen Seiltrommel ein Gegengewicht von 4000 Kilogramm an und hat dadurch die Möglichkeit einer grösseren Geschwindigkeit in der Förderung und eine Ersparung an Dampf erzielt[506]).

Die Steuerung war früher allgemein Schiebersteuerung, neuerdings nimmt man bei Maschinen von 40 Pferdekräften und darüber Ventilsteuerung, weil dieselbe eine geringere Kraft beim Umsteuern erfordert, wenn auch die Ventile den Nachtheil haben, dass sie zuweilen beim Eintritt von Wasser hängen bleiben, was aber durch besondere Vorkehrungen zu beseitigen ist[507]). Zur Umsetzung der Maschine bedient man sich jetzt wohl überall der von der Locomotive entlehnten Stephenson'schen Coulisse mit zwei Excentriks, bei welcher der Maschinenwärter den Gang der Förderung mit dem Steuerhebel und nicht mit der Drosselklappe, wie bei den älteren Maschinen, regulirt[508]). Bei den starken Maschinen neuester Construction, so auch bei denen auf den Camphausen- und Kreuzgräben-Schächten bei Saarbrücken, dienen zum Umsetzen der Seilkörbe besondere Steuermaschinen (servo-moteurs), welche zur Seite der Hauptmaschine aufgestellt sind.

Um das Schwungrad entbehrlich zu machen, wendet man Zwillingsmaschinen, solche mit 2 Cylindern an; man glaubte früher diese Construction nur für geringe Stärken anwendbar, welches Vorurtheil in Belgien und Nordfrankreich durch die Erfahrung glänzend widerlegt ist, so dass sich die Zwillingsmaschinen, namentlich solche mit liegenden Cylindern, jetzt auf bedeutenden Anlagen ganz allgemein einbürgern. In England giebt man den Maschinen mit stehenden Cylindern vor denen mit liegenden, welche man in Deutschland und auch in Frankreich meistentheils findet, den Vorzug, weil dabei die Fördertrommeln hoch gelegt werden können und die Biegung des Seils dadurch eine mässigere wird, doch bedient man sich auch in England der liegenden Zwillingsmaschinen, wie z. B. auf Silksworth Colliery eine derartige Maschine mit Cylindern von 1,219 Meter Durchmesser und 1,829 Meter Hub aufgestellt ist[509]). Von einigen wichtigen Gruben Englands sind die Dimensionen und Verhältnisse der Förderdampfmaschinen tabellarisch geordnet in der unten angegebenen Quelle[510]) aufgeführt. Die englischen Maschinen zeichnen sich durch grosse Stabilität und kräftige Construction aller einzelnen Theile aus, die Seilkorbwellen

---

506) Hauchecorne a. a. O. S. 77.

507) Glückauf. Essen 1872. No. 9. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 148.

508) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 501.

509) The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 151. — Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 161.

510) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 50.

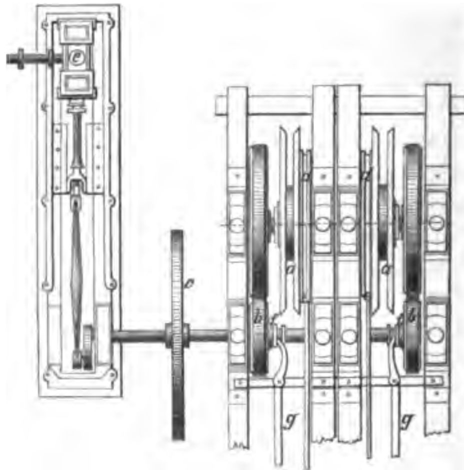
werden möglichst kurz und stark construirt und sind niemals, wie dies häufig von deutschen Maschinenfabriken geschieht, in drei, sondern immer nur in zwei Lager eingelegt, weil es sehr schwierig ist, drei Lager beim Montiren in eine Horizontalebene zu bringen, die englischen Lager sind dann ausserdem sehr breit, um der Welle eine völlig sichere Unterlage zu gewähren.

Auch Maschinen mit oscillirendem Cylinder, durch welchen das Schwungrad gleichfalls entbehrlich wird, kommen vor, sind aber nur für geringe Kraft zu empfehlen.

Die Anwendung von locomobilen Dampfmaschinen beim Bergbau, namentlich zur Bergeförderung beim Abteufen, ist schon seit langer Zeit bekannt, die Maschinen sind bis zu 16 Pferdekräften stark für diesen Zweck construirt worden. In neuerer Zeit hat die Firma Robey und Comp. in Lincoln stärkere locomobile Dampfmaschinen bis zu 40 Pferdekräften hergestellt, welche zur regelmässigen Förderung dienen und eine grosse Brennmaterialersparniss herbeiführen sollen[511]).

Bei dem Silbererzbergbau auf dem Comstockgange in Newada[512]) hat man wesentlich abweichende Maschinenconstructionen, indem man auf die

Fig. 614.



Nutzbarmachung der durch das niedergehende Förder- und Seilgewicht frei werdenden Kraft verzichtet, die Maschine ohne Umsteuerung einrichtet und sie zum Heben der Last bald aus dem einen, bald aus dem anderen Trum benutzt, während das Einlassen des leeren Fördergefässes mittelst

---

[511]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 35. — Polyt. Centralblatt 1874. S. 1015.

[512]) Koch in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 48.

Bremse oder unter Anwendung von Gegendampf erfolgt. Bei solchen Maschinen ist für jedes Trum eine Bobine für Bandseile a, Fig. 614, mit selbstständiger Achse vorhanden, welche mit ausrückbarem Vorgelege bb von der Hauptwelle aus in Bewegung gesetzt wird. Auf letzterer sitzt das Schwungrad c; die Bandbremsen dd befinden sich auf den Seilkorbwellen. Die Maschine ist mit e bezeichnet. Der leere Förderwagen wird nach Ausrücken der Muffen ff mit den Hebeln gg und den Bandbremsen dd bis zu jeder beliebigen Tiefe in den Schacht gelassen, während der beladene Wagen nach Einrücken der Muffe mittelst der Maschine aus jeder beliebigen Tiefe zu Tage gefördert wird. Sind aber schwere Lasten einzuhängen oder ist die Schachttiefe sehr gross, muss die Maschine dennoch zum Umsteuern eingerichtet sein, um Gegendampf anwenden zu können, weil alsdann die Bremse nicht ausreicht, was namentlich bei der Menschenförderung der Fall ist, wo dann beide Seilkörbe eingerückt werden und die Maschine mit Coulissensteuerung versehen ist. Oft hat jedes Fördertrum, deren drei nebeneinander vorkommen, eine besondere eincylinderige liegende Maschine, von denen je zwei mittelst Zahnradvorgelege zu einer Zwillingsmaschine gekuppelt werden können. Während diese Anlagen in ihren Einrichtungen einfach und billig sind und die Förderung aus jeder beliebigen Tiefe ohne Umstecken des Seils gestatten, gereicht ihnen zum Nachtheil, dass ein ständiger Arbeitsverlust beim Einlassen der Wagen stattfindet, dass das Ein- und Ausrücken der Muffen zeitraubend und schwierig ist und Stösse und Schlottern in der Maschine hervorgerufen werden.

Grössere Schachtanlagen sind in der Regel für grosse Tiefen bestimmt, in welche sie erst allmälig vordringen. Man stellt deshalb meistenteils anfänglich nur schwächere Maschinen zur Förderung auf und ist bei der Verlegung der Förderung in grössere Tiefen genöthigt, unter mehrmonatlichem Stillstand des Betriebes eine stärkere Maschine aufzustellen, oder man giebt der Maschine von vorn herein die erforderliche Kraft für die grössere Tiefe und ist bei ihrer Benutzung aus flacherer Höhe zu grossen Brennmaterialaufwendungen gezwungen. Um diese Uebelstände zu vermeiden, schlägt Schoenemann vor[513]), die Maschine in solchen Dimensionen zu construiren, wie sie für die grössere Tiefe erforderlich sind, in den weiten Cylinder aber engere Büchsen einzusetzen, welche gegen die Cylinderdeckel abgedichtet sind, und für diese Büchsen die geeigneten Kolben vorräthig zu haben. Hat man z. B. eine Maschine mit einem Cylinderdurchmesser von 86 Centimeter, welche bei 3 Atmosphären Ueberdruck 130 Pferdekräften entspricht, so kann man durch Einsetzen einer Büchse von 73 Centimeter Durchmesser die Kraft auf 90 Pferde ermässigen und durch Einwechseln von Büchsen von 76 Centimeter oder 80 Centimeter Durchmesser, was in einem oder zwei

---

[513]) Allgem. polyt. deutsche Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1873. S. 328.

Tagen geschehen kann, auf 100 und 110, zuletzt auf 130 Pferdekräfte erhöhen.

Die Gestalt der Seilkörbe ist für Bandseile in den sog. Bobinen von selbst gegeben, für runde Seile hat man in früherer Zeit wohl ausschliesslich cylinderische Seilkörbe benutzt, auch wendet man viel konische Körbe an, um das Seilgewicht auszugleichen. Zu diesem Zweck wurden Spiralkörbe in Gebrauch genommen, so in England, auf einzelnen Gruben bei Saarbrücken, auf der Königin Luise Grube und der Königsgrube in Oberschlesien. Auf einem Schacht der Grube Dudweiler bei Saarbrücken[514]) hat man die cylinderförmigen Seiltrommeln von 3,25 Meter abgeworfen und spiralförmige von 7,689 Meter grössten und 2 Meter kleinsten Durchmesser eingebaut, wodurch man nicht nur an Kohlen zur Feuerung erspart, sondern auch im Stande ist, die Maschine voll auszunutzen und das doppelte Förderquantum zu leisten. Auch auf andern Gruben bei Saarbrücken z. B. Heinitz finden sich derartige Seilkörbe[515]). Aus Westfalen werden Dimensionen von 4,865 Meter kleinstem und 10,357 Meter grösstem Durchmesser angegeben; dabei erhält jeder Korb eine Spirale von 25 Ringen aus 52 Millimeter breitem Winkeleisen und ist 1,622 Meter breit, so dass sie für eine Tiefe von 525 Meter völlig ausreichen[516]). Auch in England hat man wiederholt die Erfahrung gemacht, dass die Umwandlung cylinderischer Seilkörbe in spiralförmige für die Leistungsfähigkeit und den ökonomischen Effect von grösster Bedeutung gewesen ist[517]). Die Spiralkörbe sind ein gutes und sicheres Mittel zur Ausgleichung des Seilgewichts, welche durch andere angewendete Vorrichtungen nirgends völlig erreicht wird; um aber dem Zweck vollständig zu genügen, müssen die Seilkörbe weit genug von den Seilscheiben entfernt angebracht sein; die Entfernung wird zu 20 bis 50 Meter angegeben[518]); nach Krane muss auf 26 Millimeter Seilkorbbreite die Entfernung 0,6 Meter betragen, wenn sich das Seil ohne Zwang in die Spiralen des Korbes einlegen und nicht der Vortheil eines geringeren Seilverschleisses verloren gehen soll[519]). Ob in dem Nichtbeachten dieser Vorschrift es liegen mag, Thatsache ist es, dass man bei Spiralkörben dennoch einen starken Seilverschleiss beobachtet hat, und dass auch zeitweise ein Herabfallen der Seilumschläge eintritt, wodurch die Sicherheit der Förderung und namentlich der Seilfahrt gefährdet ist, weshalb man von der Anwendung der

[514]) Hauchecorne a. a. O. S. 78.

[515]) Allgem. polyt. deutsche Zeitung a. a. O. 1873. S. 384.

[516]) Glückauf. Essen 1871. No. 34. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 427.

[517]) The Mining Journal. London 1872. p. 205. — Glückauf. Essen 1872. No. 32.

[518]) Glückauf. Essen 1872. No. 12.

[519]) Krane: Ausgleichung der Gewichte der Förderseile und Förderlasten in seigeren Schächten in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 12B. S. 242. — Ebenda. Bd. 10B. S. 81.

Spiralkörbe zurückkommt[520]). — Haton de la Goupillière hat eine analytische Studie über die Construction der Spiralseilkörbe angestellt, um eine genaue Bestimmung des Profils zu finden; es kann von hier aus nur auf die unten näher bezeichnete Quelle hingewiesen werden[520a]).

Die Erwägung über die Wahl des Seilkorbes wird von der Schachttiefe, der zu hebenden Last, der Art des anzuwendenden Seils, der Verringerung des Seilverschleisses, der Ausgleichung des Seilgewichts und vieler localen Verhältnisse auszugehen haben[521]). Bei der Anlage der Maschine für den 1000 Meter tiefen Adalberti-Schacht auf dem Birkenberge bei Przibram kam Bergrath Novák zu folgenden Schlüssen[522]): 1. Bei Schachttiefen über 700 Meter ist die Anwendung eines Bandseils nicht anzurathen, weil der erzielte Grad der Seilausgleichung nicht mit den Kosten des Bandseils im Verhältniss steht; wenn die Nettoförderlast gering und nicht über 1000 Kilogramm beträgt und die Förderung nicht allein aus der grössten Tiefe vor sich geht, so ist die Bobine in Bezug auf Seilausgleichung noch ungünstiger, als der cylinderische Korb. Auch ist für solche Tiefen die Anwendung des Spiralkorbes sehr schwierig, da die Anlage kostspielig und schwerfällig, auch die grosse Zapfenreibung die durch Seilausgleichung erzielte Kraftersparniss in Frage stellen. 2. Für Schachttiefen bis 400 Meter ist ebenfalls ein Bandseil seiner Kostspieligkeit wegen nicht anzuwenden, da das runde, namentlich das verjüngte Stahlseil eine Seilausgleichung bis zu solcher Tiefe nicht nothwendig macht. 3. Für Tiefen von 400 bis 700 Meter empfehlen sich Bandseile, wenn grosse Förderlasten zu heben sind und die Hauptförderung aus der grössten Tiefe stattfindet; ist die Förderlast gering, so wird auch für diesen Fall die Rücksicht auf die Seilausgleichung nicht zur Wahl eines Bandseils nöthigen. Dagegen wird für diese Tiefen vorzugsweise ein Spiralkorb empfohlen, welcher alsdann noch annehmbare Dimensionen erhält, vollständig ausgleicht und den geringsten Seilverschleiss verursachen soll. Diese Erwägungen führten bei der gedachten Maschine (einer Zwillingsmaschine mit 0,530 Meter Cylinderdurchmesser und 2 Meter Hub und $6^1/_2$ Atmosphären Spannung in den Cylindern) zur Anwendung cylinderischer Durchmesser und nach unten verjüngter Gussstahldrahtseile, welche eine Länge von 1170 Meter besitzen. — Aehnliche Erwägungen haben für die oben erwähnten 1000 Pferde starken Zwillingsmaschinen auf den Camphausen- und Kreuzgräbenschächten im Fischbachthale bei Saarbrücken, welche aus 700 Meter Tiefe eine Nettolast von 3000 Kilogramm in dreietagigen Förder-

---

[520]) Broja in derselben Zeitschr. Bd. 22B. S. 162.

[520a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 489.

[521]) Riehn: über die Berechnung der Förderdrahtseile und der Seilkörbe in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 256.

[522]) Novák in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 97. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl und Wimmer. Leipzig 1876. S. 11.

gestellen zu heben bestimmt sind, dahin geführt, cylinderische Seilkörbe für verjüngte Stahlseile zur Anwendung zu bringen. Die Seilkörbe haben 8 Meter Durchmesser und 25 Meter Umfang für 32 Seilwindungen, wovon 4 für das Reserveseil dienen.

Wenngleich theoretisch der konische Seilkorb die Aufgabe, beide Trüme stets gleichmässig zu belasten, am besten erfüllt, so ist man doch meistentheils zu dem cylinderischen Korb wieder zurückgekehrt, weil die Ausführung der konischen Körbe, wie sie die Theorie erfordert, praktisch unmöglich ist, da theoretisch der Neigungswinkel des Korbes 75 Grad sein müsste, in der Praxis aber, um das Abrutschen des Seiles zu vermeiden, nur ein Winkel von 26 Grad zulässig ist, so dass also die Hebelarme für die verschiedenen Belastungen nicht der Bedingung entsprechen, auf jedem Punkt der Förderung das leere und beladene Fördertrum stets gleichmässig zu belasten. Um bei den cylinderischen Seilkörben diese Bedingung zu erfüllen, wendet man zur Zeit in ausgedehntem Maasse das Unterseil an, welches allerdings die Gefahr mit sich führt, bei einem Bruch des Förderseiles den Sturz des Förderkorbes, trotz aller Fangvorrichtungen, unbedingt herbeizuführen[522a]).

Zur Verminderung des Seilverschleisses hat Craven in Wackefield sich eine Vorrichtung patentiren lassen, durch welche die Seiltrommeln während ihrer Umdrehung eine langsame Verschiebung längs der Welle erhalten, damit das Seil stets senkrecht zur Trommel aufläuft[523]). Denselben Zweck erreicht man, wenn man, wie es bereits vielfach geschieht, der Leitrolle zwischen Seiltrommel und Seilscheibe eine entsprechende Hin- und Herbewegung mittelst Schraubenspindel ertheilt.

Die Lage der Seilkorbachse bedingt zugleich die Stellung der Seilscheiben über den Fördertrümen; die beiden Körbe liegen entweder, wie gewöhnlich, neben einander und dann vor jedem der Fördertrüme einer, oder hinter einander und beide hinter beiden Fördertrümen, die letztere Stellung ist insofern sehr günstig, als die beiden Seile sich immer nur nach einer Richtung zu biegen brauchen. Wenn es irgend möglich, so muss man die Seilkörbe möglichst hoch stellen, damit die Biegung des Seils über der Seilscheibe keine zu scharfe sein braucht. Um dieses zu erreichen, werden im nördlichen England sog. Hebelmaschinen angewendet, mit stehendem Cylinder, deren Kolbenstange durch Balancierhebel geführt wird und mit ihrem Kopfe in die Seilkorbachse eingreift, so dass der Seilkorb über dem Cylinder, also sehr hoch zu liegen kommt[524]).

Der Durchmesser der Seiltrommeln wird neuerdings möglichst gross genommen, wodurch die Haltbarkeit der Seile wesentlich gefördert

---

522a) Glückauf. Essen 1883. No. 18.

523) Dingler polyt. Journal. Bd. 200. S. 350.

524) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 78.

wird, derselbe beträgt meist nicht unter 3,5 bis 3,75 Meter, bei grösseren Anlagen steigt man bis 5,66 Meter Durchmesser; bei der Maschine auf Kreuzgraben-Schacht ist er 6,8 Meter, auf Camphausen-Schacht 8 Meter. Für Bandseile muss, wenn auch nach vollständiger Aufwickelung gleichfalls ein grosser Durchmesser erzielt wird, doch der Kern, über den sich das Seil aufwickelt, einen entsprechend geringeren Durchmesser haben.

Bei den immer grösser werdenden Tiefen der Schächte[525]) hat man genügende Rücksicht auf die Ausgleichung des Seilgewichts zu nehmen, da die Maschinen beim Anheben der Last ausser dieser selbst noch die ganze Länge des Seils, an welcher die Last hängt, zu heben haben; erst beim Begegnen des vollen und leeren Gefässes ist die volle Balancirung der beiden Seile bewirkt, während nachher das hinabgehende Seil ein solches Uebergewicht erhält, dass ein Bremsen des Seilkorbs erforderlich wird. Zur Herbeiführung eines Ausgleiches hat man nun die bereits erwähnten Bobinen mit sich übereinander wickelnden Bandseilen, konische Seiltrommeln, Spiraltrommeln angewendet, ohne die Schwierigkeiten völlig zu beseitigen. Als einfachstes Mittel hat man im nördlichen District von England auf die Seilkorbwelle einen Korb mit kleinerem Durchmesser aufgekeilt, auf welchem sich eine Laschenkette als Gegengewicht während des Seilzuges auf- und abwickelt[526]). Eine derartige Einrichtung hat man bei der grossen Maschine auf Camphausen-Schacht in folgender Weise getroffen: Neben den cylinderischen Förderseilkorb ist ein besonderer Spiralseilkorb gelegt, dessen Achse mit der Achse des Förderseilkorbes in einer Linie liegt und mit dieser durch Kurbel, Kugelzapfen und Gelenkstelze gekuppelt ist. Jede Hälfte des Spiralkorbes enthält für 28 Seilwindungen Nuten, d. h. so viel als der Förderseilkorb Umdrehungen ans der grössten beabsichtigten Förderteufe macht. Der Radius der kleinsten Seilwindung beträgt 1,5 Meter und der der grössten 5 Meter. An diesem Spiralkorbe wirkt ein Gewicht mittelst eines besonderen, mit beiden Enden an den beiderseitigen kleinsten Seilnuten des Spiralkorbes befestigten Drahtseiles derart, dass letzteres sich bei jedem Zuge von der einen Hälfte des Korbes ab- und auf die andere Hälfte wieder aufwickelt. Vom Seilkorbe läuft das Seil über zwei Seilscheiben in einen Hilfsschacht — wozu auch ein Trum des Förderschachtes benutzt werden kann — und bildet hier eine Schlinge, in welcher an einer Seilscheibe von 4 Meter Durchmesser das Ausgleichungsgewicht aufgehängt ist. Letzteres wirkt dadurch mit der Hälfte seiner Last auf je eine Hälfte des Spiralkorbes und zwar auf die eine rechts-, auf die andere linksdrehend. Vom Beginne bis zur Hälfte eines Zuges aus dem Förderschachte wickelt sich nun das Seil auf der einen Hälfte des Spiralkorbes vom grössten Umfange ab, auf der anderen Hälfte vom kleinsten Umfange an auf, so dass sich mehr Seil ab- wie

---

[525]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 20. S. 189.

[526]) Busse a. a. O. Bd. 6B. S. 88. — Pfähler ebenda. Bd. 9B. S. 110.

aufwickelt, die Seilschlinge dadurch länger wird und das Gegengewicht gleich der halben Differenz von Auf- und Abwickelung des Seiles im Hilfsschachte abwärts geht. In der zweiten Hälfte des Zuges findet das entgegengesetzte Verhältniss Statt, so dass am Ende des ganzen Zuges das Gegengewicht aufwärtsgehend auf seinem Ausgangspunkt wieder anlangt. Dieser Weg, welchen das Gegengewicht bei jedem Zuge ab- und aufwärts gehend durchläuft, bedingt die Tiefe des Hilfsschachtes und beträgt für 700 Meter Förderteufe bei den genannten Verhältnissen des Spiralkorbes 76,95 Meter, bei der gegenwärtigen Förderung von der 496 Meter tiefen Sohle nur 39 Meter. Die erforderliche Seilspannung am Spiralkorbe berechnet sich aus dem Maximal-Lastmomente des Förderseiles von 28000 Kilogrammmeter für 700 Meter Teufe $S = \frac{28000}{(5-1,5)} = 8000$ Kilogramm, so dass bei der Maximal-Fördertiefe das Ausgleichungsgewicht $8000 \times 2 = 16000$ Kilogramm schwer werden muss. Bei der jetzigen Förderung aus 496 Meter mit einem Förderseilgewichte von 8 Kilogramm pro Meter ergibt sich das Ausgleichungsgewicht zu $\frac{496 \times 8 \times 4 \times 2}{2,5} =$ rund 12500 Kilogramm. Die durch diese Einrichtung bewirkte Ausgleichung der Seillast hat den sehr grossen Vortheil vor der directen Ausgleichung durch Spiralförderkörbe und Bobinen, dass die an den Förderseilen hängenden Lasten keinerlei Einfluss auf die Ausgleichung ausüben und letztere ebenso vollständig ist, gleichviel ob Menschen oder Kohlen gefördert werden oder ob die Gestelle leer im Schachte auf und ab gehen; im Vergleich mit der directen Ausgleichung der Last des Förderseiles durch ein Unterseil gestattet diese Methode die Verwendung verjüngter, also leichterer Seile und veranlasst nie Störungen im Förderschachte bei etwaigem Reissen des Ausgleichungsseiles oder des Förderseiles. Obgleich bei vollständiger Seilenausgleichung nur eine constante Nutzlast von 3000 Kilogramm zu wältigen ist, so wurde die Maschine doch so stark gebaut, dass sie auch ohne jede Seilausgleichung die projectirte Förderung leisten kann, um für alle Fälle gesichert zu sein. Da hierzu die Dampfcylinder entsprechend gross dimensionirt werden mussten, so wurde auch die Anwendung einer zweckmässigen Expansionsvorrichtung, welche variabel ist und alle Expansionsgrade von 0 bis zu vollen Cylinderfüllungen zu geben gestattet, bedingt und daher die vom Maschinen-Werkmeister Gerhard construirte Expansionsvorrichtung zur Anwendung gebracht, welche bereits oben besprochen ist.

Auf vielen Gruben im nördlichen England hat man zugleich zum Zweck der Seilausgleichung den Separationsapparat (Apparatus), eine mit Rättervorrichtung versehene geneigte Ebene, in der Weise mit der Fördermaschine verbunden, dass das Seil des auf- und abgehenden Wagens, welcher am Fusse der schiefen Ebene gefüllt und an dessen Spitze zur Sortirung der Kohlen entleert wird, über eine kleine auf der Hauptseil-

korbwelle sitzende Seiltrommel geführt wird, so dass während eines vollen Seiltreibens im Schacht der Sortirungswagen den Auf- und Niedergang auf der schiefen Ebene vollendet. Eine solche Vorrichtung findet sich auf dem Prinz Schönaich Schacht der Königin Luise Grube bei Zabrze[527]), wo während des Seiltreibens im Schacht der 20 Centner schwere Sortirungswagen mit 40 Centner Kohlenladung den geneigten Weg von 24 Meter Länge auf und nieder zurücklegt, wobei, um für das Füllen des Wagens am Fusse der schiefen Ebene eine kurze Pause zu gewinnen, vom Maschinenmeister Loch folgende Einrichtung getroffen ist: das Seil des Sortirungswagens geht in der Mitte des Belags der kleinen Seiltrommel durch einen Schlitz und ist an einem beweglichen losen Ringe auf der Seiltrommelachse befestigt; mit dem Ende eines jeden Niederganges des Wagens ist das Seil abgelaufen, so dass die Trommel, ohne Seil abzulassen oder aufzunehmen, eine Dreiviertelumdrehung leer macht und der Wagen 3 bis 4 Sekunden stillsteht, während welcher er mittelst eines Mechanismus gefüllt wird, um alsdann, da die Trommel sich mit der Hauptwelle, welche ihren Umlauf erst halb vollendet hat, weiter dreht, durch die wegen Endigung des Schlitzes eintretende Seilmitnahme mit Aufrollung des Seils von der entgegengesetzten Trommelseite aus wieder aufwärts gezogen zu werden; beim Ende des Seiltreibens im Schachte hat auch der Separationswagen seinen Aufgang vollendet. — Eine andere Art der Seilausausgleichung wird dadurch erreicht, dass ein altes Seil unter den Boden des einen Fördergestells befestigt, im Schachttiefsten über eine Rolle geführt und mit dem anderen Ende an das andere Gestell befestigt wird, beim Auf- und Abgehen des Förderseils macht das Ausgleichseil die entgegengesetzte Bewegung und balancirt das Förderseil ab[528]). Dieses Ausgleichungsmittel ist mehrfach in Westfalen z. B. auf der Zeche Fürst Hardenberg[529]) und in Saarbrücken z. B. auf dem Mellinschacht der Grube Sulzbach[530]) angewendet. Auf der letzteren ist das Unterseil nicht an den Boden des Fördergestells, sondern mittelst eines Verbindungsstücks aus Stahldrahtseil mit dem Förderseil oberhalb der Zwieselkette befestigt, wodurch noch eine Sicherheit geboten ist, falls die Kettenglieder reissen. Als Vortheil des Ausgleichseils wird angegeben: es kann mit grösserer Geschwindigkeit gefördert werden, das Aufsetzen des Fördergestells geht leichter und sanfter von Statten, wodurch dasselbe, so wie das Seil und alles gehende Zeug mehr geschont wird, die Steuerung ist leichter und sicherer zu handhaben, das Ueberwinden über die Seilscheiben ist fast unmöglich gemacht, vor Allem aber wird der Dampf-, beziehungsweise

527) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 163.

528) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 371.

529) Glückauf. Essen 1879. No. 47. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 245.

530) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 273.

Kohlenverbrauch sehr ermässigt, so z. B. fiel auf dem Mellinschacht der Kohlenverbrauch von 16,8 Kilogramm auf 14,3 Kilogramm auf die Stunde und Pferdekraft. — Auf gleichem Princip beruht die von Koepe in Westfalen eingeführte Förderung mit Seil ohne Ende[531]), bei welcher die Seiltrommeln ganz vermieden sind und das endlose Seil über ein grosses mit Seilnut versehenes Schwungrad geführt ist, an welches die Maschine direct angreift; das endlose Seil wird dadurch gebildet, dass die Förderkörbe in das Seil auf beiden Seiten als Glied eingefügt sind. Das Unterseil wurde anfänglich im Schachttiefsten über eine Rolle geführt, die man aber später als überflüssig beseitigt. Die sonst gebräuchlichen Seilscheiben fallen hier fort und die grosse Betriebsscheibe tritt an deren Stelle unmittelbar über dem Schacht, während durch Führungsrollen die Seile in die Mitte der Schachttrümer geleitet werden. Mit der Einrichtung sollte durch Anbringung besonderer Fangseile, welche beim Brechen des Hauptseils erst angespannt und gebremst werden, eine Fangvorrichtung verbunden werden, die aber nicht empfehlenswerth erscheint. Dagegen ist das Ueberwinden fast unmöglich gemacht, denn wenn der beladene Förderkorb oben ankommt, setzt der leere unten auf, wodurch ein Theil des Gegengewichts und die zur weiteren Hebung nothwendige Reibung aufgehoben wird, so dass das Seil über die Scheibe gleitet und der Förderkorb nicht mehr in die Höhe sich bewegen kann. Der Hauptvortheil liegt in der Verringerung der Anlagekosten, weil Maschinenkraft und Dampfverbrauch geringer ist, auch die Maschine eincylinderig und der Schachtthurm niedriger sein kann, vor Allem die Seiltrommeln erspart werden, auch wird wegen des geringeren Dampfverbrauchs an den Betriebskosten gespart; als Nachtheil ist anzusehen, dass man nur von einer Sohle fördern kann, und dass bei einem Seilbruch beide Förderkörbe in den Schacht stürzen müssen.

Diese Art der Förderung ist übrigens nur dann möglich, wenn der durch die Belastung der Seiltrüme auf der Treibscheibe erzeugte Reibungswiderstand grösser ist, als das Gewicht der zu hebenden Nutzlast. Um eine genauere Kenntniss des auf der Treibscheibe zu erzielenden Reibungswiderstandes zu erhalten, hat der Maschinentechniker Baumann zu Kohlscheid[531a]) Versuche zur Ermittelung des Reibungscoefficienten für Förderseile auf Eichenholz, Leder und Gusseisen angestellt und dabei gefunden, dass die Reibung der Seile auf Gusseisen am Geringsten, grösser

[531]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1878. S. 124. 185. 201. — Glückauf. Essen 1879. No. 23. 67. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 381; Bd. 29B. S. 260. — Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 117; Bd. 232. S. 182. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 121. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 28. p. 282; Vol. 32. p. 434; Vol. 33. p. 119; Vol. 34. p. 323. — Revue universelle. t. 5. p. 85.

[531a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31B. S. 173. — Dingler polyt. Journal. Bd. 249. S. 281. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 35. p. 314.

auf Holz, noch etwas grösser auf Leder ist; der Reibungswiderstand der Stahlseile scheint etwas geringer als derjenige der Eisenseile; der Reibungscoefficient verminderte sich mit zunehmendem Durchmesser der Seile und mit zunehmender Belastung. — Der Unglücksfall, welcher auf der Steinkohlengrube ver. Hardenberg im December 1882 stattfand und 25 auf dem Seile fahrenden Bergleuten zu gleicher Zeit das Leben kostete, war durch einen Bruch des Förderseiles an einer nach Koepe construirten Fördereinrichtung herbeigeführt, wobei die Wirkung des Unterseiles dadurch deutlich zu Tage trat, dass die Fangvorrichtung trotz ihres Eingriffes in die Leitung nicht wirken konnte. Der Bruch des Förderseiles, welcher unmittelbar über der Zwieselkette stattfand, scheint nach den bisherigen Ermittelungen dadurch entstanden zu sein, dass der Maschinenwärter den Förderkorb ein wenig zu hoch trieb und um ein Unglück zu vermeiden die Bremse sehr heftig anlegte; durch den plötzlichen Stoss erlitt das Seil eine so starke Erschütterung, dass es an der bezeichneten Stelle durchbrach, wozu allerdings gehört, dass an derselben das Seil den zur Seilfahrt erforderlichen Bedingungen bereits nicht mehr genügte[531b]).

Für sehr grosse Schachttiefen empfiehlt sich die Anwendung der nach unten verjüngten Stahlseile auf cylinderischen Seilkörben[532]), wie es für den Adalberti-Schacht bei Przibram geschehen ist. — Owen[533]) zu Chesterfield hat eine pneumatische Vorrichtung zur Ausgleichung in Vorschlag gebracht. Die Zwillingsmaschine mit cylinderischen Seilkörben erhält nur für den einen Cylinder Dampfspeisung, der andere steht mit zwei Windkesseln in Verbindung, so dass er während des Ganges der Maschine die Luft aus dem einen Windkessel entnimmt und in den andern einpumpt. Die Windkessel sind mit nach Innen sich öffnenden Ventilen versehen, welche die Bildung eines Vacuums nicht gestatten, so dass gegen Ende des Aufzuges der eine Windkessel mit Luft von atmosphärischem Druck, der andere mit stark comprimirter Luft gefüllt ist. Bei der Umsteuerung der Maschine wird die aus dem letzteren Windkessel durch die Cylinder der Maschine in den anderen übertretende, comprimirte Luft eine Arbeit leisten, welche durch den Kolben auf die Seiltrommelwelle übertragen wird und die Arbeit des Dampfcylinders während der ersten Hälfte des Aufzugs unterstützt. Bei Erreichung der mittleren Stellung der beiden Förderkörbe herrscht Gleichgewicht der Luftspannung in beiden Windkesseln; bei der zweiten Hälfte des Aufzuges wird die überschüssige Arbeit des Dampfcylinders durch Vermittelung des Luftcylinders verwendet, um die Luft in

---

531b) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 27. S. 222. — Glückauf. Essen 1883. No. 30.

532) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1325. — Riehn a. a. O. in der preuss. Zeitschr. Bd. 20B. S. 280.

533) Dingler polyt. Journal. Bd. 214. S. 77. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1875. S. 67. — Oesterr. Zeitschr. Wien 1875. S. 112.

dem ersten Windkessel weiter zu comprimiren, welche alsdann während der ersten Hälfte des folgenden Zuges wirksam wird. — Auf demselben Princip beruht der Vorschlag von Kamp[534]), wonach mit der Fördermaschine eine besondere Pumpe verbunden wird, welche, während in der zweiten Hälfte des Treibens überschüssige Dampfkraft vorhanden ist, Wasser oder Luft in einen Accumulator comprimirt, damit dasselbe beim folgenden Treiben in dessen ersten Hälfte die Dampfkraft unterstützt. — Endlich ist als ein Mittel zur Ausgleichung des Seilgewichts die Anwendung der schon S. 230 weitläufig behandelten variablen Expansion anzuführen[535]). Dieselbe findet sich bei der 300 Pferde kräftigen Fördermaschine auf dem mehrerwähnten Adalbertischachte bei Przibram, wo die Expansion von Meier, modificirt nach Riders mit runden Expansionsschiebern angewendet ist, welcher alle Expansionsgrade von voller Füllung bis Null zulässt. Die mittlere Leistung der Maschine von etwa 130 Pferdekräften wird bei $^1/_5$ Füllung erzielt[536]). In Belgien ist die variable Expansion an Fördermaschinen von Guinotte eingeführt und war in Wien durch ein Modell in der belgischen Abtheilung ausgestellt, fand sich ausserdem an einer von Quillacq und Comp. in der französischen Abtheilung ausgestellten Fördermaschine, welche für eine Grube der österreichischen Staatseisenbahngesellschaft bei Kladno bestimmt war[537]). Diese Expansion bewirkt eine bedeutende Brennmaterialersparung, beseitigt jede Unzuträglichkeit beim Umsteuern und Anheben und erleichtert in diesen Momenten die Mühe des Maschinenwärters[538]).

5. Schachtförderung mittelst comprimirter Luft.

Die Versuche zur Anwendung comprimirter Luft beim Grubenbetriebe sind auf den Gruben bei Saarbrücken auch auf die Schachtförderung ausgedehnt worden[539]). Auf der Grube Sulzbach-Altenwald benutzte man einen Lufthaspel zum Weiterabteufen von der ersten zur zweiten Tiefbausohle. Derselbe ist am Füllorte des Schachtes in der ersten Tiefbausohle aufgestellt worden und besteht in einer Zwillingsmaschine, welche neben der Förderung auch die Wasserhaltung zu besorgen hat. Die Cy-

---

534) W. Kamp über Fördermaschinen in „der Civilingenieur". Leipzig 1874. S. 337.

535) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 217. — Der Civilingenieur. Leipzig 1877. S. 537.

536) Novák in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 98. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 384.

537) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausausstellung. Braunschweig 1874. Bd. I. S. 42.

538) Annales des mines. Paris. 7 série, tome 16. p. 321. — Dingler polyt. Journal. Bd. 236. S. 431.

539) Hasslacher: Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 30.

linder haben $130^3/_4$ Millimeter Durchmesser und $235^1/_3$ Millimeter Hub und sind für 5 Atmosphären Ueberdruck mit während des Ganges verstellbarer Expansion mit $^1/_8$ und $^8/_8$ Cylinderfüllung construirt, indess ist nur immer mit voller Cylinderfüllung bei 3 Atmosphären Ueberdruck gearbeitet worden. Im Ganzen zeigt die Disposition keine Verschiedenheit von der eines Dampfhaspels, nur dass die Ein- und Ausströmungsöffnungen beim Schieberkasten und Cylinder etwas weiter hergestellt sind, als für Dampfcylinder unter gleichen Verhältnissen wegen der grösseren Dichtigkeit der Luft im Vergleich zum Dampf. Von der durch die beiden Kolbenstangen ergriffenen Kurbelwelle wird die Bewegung auf die Seilkorbwelle mittelst Vorgelege übertragen. Vor den eincylinderigen Lufthaspeln hat der hier angewendete den Vorzug, dass das Schwungrad entbehrt wird und doch die Maschine leicht angelassen, abgestellt und umgesteuert werden kann. Der Luftzutritt wird durch den Maschinenwärter durch ein Absperrventil in der Luftzuleitung leicht regulirt. Die verbrauchte Luft wird durch ein besonderes Rohr in das Schachttiefste geführt, wodurch vor Ort frische Wetter geschafft werden. Oekonomisch vortheilhafter würde man nach den angestellten Ermittelungen mit Dampf arbeiten, so dass sich die Anwendung der Luftmaschine nur da rechtfertigt, wo beim unterirdischen Betriebe der Aufstellung einer Dampfmaschine zu grosse Schwierigkeiten und Nachtheile für die Ventilation der Grube entgegenstehen.

Solche Maschinen, namentlich Zwillingsmaschinen und mit Expansion, sind in neuerer Zeit mehrfach von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Humbold (Sievers & Comp.) zu Kalk bei Deutz ausgeführt und namentlich auf westfälischen Gruben, auch auf der Paulusgrube in Oberschlesien betriebsfähig aufgestellt[540]). Auf der Zeche Langenbrahm in Westfalen steht über Tage eine Luftcompressionsmaschine von 50 Pferdekräften mit einem Luftreservoir von 27 Kubikmeter Inhalt, von wo mittelst 13 Centimeter im Lichten weiter Röhrenleitung die comprimirte Luft zu dem unter Tage befindlichen, 20 Pferdekräfte starken Lufthaspel zugeführt ist, welcher zum Abteufen eines 84 Meter tiefen, flachen Schachtes von 54 Grad Fallen und demnächst zur Kohlenförderung dienen soll[541]).

Auch in England hat man derartige Maschinen zur unterirdischen Förderung vereinzelt benutzt[542]).

III. Andere Fördermethoden.

a. Die Förderung im Schachte mit Kette ohne Ende nach Art der Paternosterwerke ist früher oft versucht, auch am Harz vor Erfindung der Drahtseile benutzt, neuereings wieder in England angewendet. Auf der

---

[540]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 137.
[541]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 161.
[542]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 541.

Grube Black Brook bei Liverpool[543]) findet sich eine solche Einrichtung, wo aus einem 110 Meter tiefen Schacht gefördert wird. Ueber der Hängebank liegt in einem eisernen Gerüst eine Welle, welche durch Vorgelege von der Maschine bewegt wird, an ihren beiden Enden trägt sie ein vertical stehendes, mit 7 starken Zähnen versehenes eisernes Rad, um welches sich Laschenketten legen, in deren Glieder die Zähne der Räder eingreifen; über gleiche Räder sind die Ketten im Schachttiefsten geführt; durch Umdrehung der oberen Räder mittelst der Getriebe wird eine continuirliche Bewegung der Ketten hervorgerufen. Beide Ketten sind in Entfernungen von 5,6 zu 5,6 Meter mit Querstäben verbunden, welche in der Mitte Haken tragen und mittelst dieser den Wagen ergreifen, zu welchem Zweck jeder Wagen mit einer die kurzen Seiten desselben verbindenden Kette versehen ist.

In Belgien ist von Sadin die Schachttiefe in mehre Abtheilungen getheilt, auf jeder ein Räderwerk angebracht, um die Kette von dem darunter befindlichen Gewicht zu entlasten, alle Räder werden durch eine gemeinschaftliche Bläuelstange vom Motor aus in Bewegung gesetzt.

Auf dem Schacht einer Braunkohlengrube im sächsischen Bezirk wurde durch eine zweipferdige Dampfmaschine ein Becherelevator zur Förderung von Braunkohle aus dem Schachttiefsten in Betrieb gesetzt; wegen der Grubenfeuchtigkeit der Kohle entleerten sich aber die Becher über Tage nicht selbstständig, so dass die Vorrichtung wieder abgeworfen werden musste[544]).

b. Die Förderung mit starren Gestängen, welche ähnlich wie die Gestänge der Fahrkunst auf und ab bewegt werden, ist nicht neu, da sie schon 1694 von Christian Polhammer angegeben wurde[545]) und solche Einrichtungen zu Fahlun in Thätigkeit waren. Eine ähnliche Vorrichtung wurde von Hubert Sarton in Belgien 1776 angekündigt und 1813 patentirt. Beide benutzen zum Abwärtsfördern Ketten ohne Ende; zum Aufwärtsfördern hat Polhammer 2 Gestänge mit alternirender Bewegung, an denen sich Haken befinden, in welche die Fördergefässe eingehängt werden, wogegen Sarton nur ein Gestänge mit Haken benutzen wollte, was aber nicht ausgeführt ist.

Neuerdings ist diese Methode wieder von Méhu aufgenommen und auf Schacht Davy bei Anzin ausgeführt, sowohl zum Auf- wie Abwärtsfördern und zugleich als Fahrkunst[546]). Die Einrichtung ist sehr complicirt und nach dem Tode des Erfinders wieder abgeworfen. Guinotte zu

---

[543]) Busse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 86. — Pfähler ebenda. Bd. 9B. S. 101.

[544]) Dieselbe Zeitschr. Bd. 23B. S. 111.

[545]) Bruckmann: Magnalia Dei in Locis subterraneis oder unterirdische Schatzkammer aller Königreiche und Länder. Braunschweig 1727.

[546]) Annales des mines. Série 4. Tome 20. p. 3.

ariémont hatte in Wien ein Modell der Einrichtung von Méhu mit einigen zweckmässigen Abänderungen unter dem Namen Monte-Charges ausgestellt, ohne gerade dessen praktische Anwendung zu empfehlen[547]).

Von Bource ist für eine solche Fördereinrichtung ein Modell construirt, welches genau der Fahrkunst von Warocqué entspricht; in jedem Trum befindet sich eine auf- und eine niedergehende Stange, an welchen die Gefässe in Rahmen hängen; die Vorrichtung erinnert ganz an die von Polhammer. Andere meist künstliche und unpraktische Einrichtungen, welche auch nur Vorschläge geblieben sind, können hier übergangen werden.

c. Die pneumatische Fördermethode, wie sie schon im Jahre 1855 von Gruner angeregt und im Jahre 1867 auf der Ausstellung zu Paris von Cave im Modell dargestellt wurde, ist von Blanchet im Jahre 1876 auf dem 603 Meter tiefen Schacht Hottinguer zu Epinac in Wirklichkeit ausgeführt[548]), wo mit einem Vacuum von 0,5 Atmosphären eine Förderlast von 9,5 tons mit 4,5 tons Nutzlast in 5 Minuten zu Tage geschafft wird. Eine Zwillingsdampfmaschine von 1,2 Meter Cylinderdurchmesser treibt eine Luftpumpe von 2,884 Meter Durchmesser mit einem Hube von 1,2 Meter und bei 23 Hüben in der Minute. Das in dem Schachte befindliche Förderungsrohr hat 1,6 Meter Durchmesser und besteht aus 485 eisernen Ringen, welche aus 7 Millimeter starkem Kesselblech gefertigt, mit äusseren Flantschen verbunden und mit Gummiringen gedichtet sind; nur die Ringe, welche mit Ventilen und Thüren zum Aus- und Einfahren der Förderkörbe versehen sind d. h. diejenigen an den Füllörtern und an der Hängebank sind aus Gusseisen. Innerhalb des Rohrs bewegt sich ein neunetagiger Förderkorb mit 9 Förderwagen, jeder zu 10 Centner Kohlenladung; dieser Förderkorb hängt an 2 Kolben, welche mit Lederscheiben, die durch Spiralfedern mässig angepresst werden, gegen die Rohrwandung abgedichtet sind; ein dritter Kolben, sog. Führungskolben befindet sich unterm Förderkorb, durch welchen beim Fahren von Menschen mittelst eines zu öffnenden Ventils Luft zum Förderkorb hinzugelassen werden kann. Indem durch die Luftpumpe die Luft über dem Kolben verdünnt und die Luft aus der Grube mit Atmosphärenspannung unter den Kolben geführt wird, erfolgt die Aufwärtsbewegung des Förderkorbs bis zur Hänge-

---

547) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 43.

548) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome IV. p. 557. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome 14. p. 266. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 242. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 85. 113. — Dingler polyt. Journal. Bd. 234. S. 99. — Glückauf. Essen 1878. No. 62. 100; 1879. No. 10; 1881. No. 24. — Der Berggeist. Köln 1878. S. 345. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 268; 1877. S. 556. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 17. p. 161.

bank, wo die Thüren in dem Rohre von aussen geöffnet werden, um die Förderwagen abzuziehen. Das Niedergehen des Förderkorbes erfolgt durch das eigene Gewicht desselben, doch ist der Maschinenführer im Stande durch Einlassen von atmosphärischer Luft über den Kolben die Geschwindigkeit der Bewegung zu reguliren; durch den Niedergang wird die Grubenluft unter dem Kolben aus dem Rohr durch ein seitwärts abführendes Rohr zu Tage gedrückt und dadurch die Grube zugleich ventilirt. Auch an den Füllörtern in den verschiedenen Etagen haben die Rohrringe Thüren, nach deren Oeffnen die Wagen abgezogen werden können. Um den Stand des auf- und abgehenden Förderkorbes zu controliren, werden in bestimmten Abständen Signalglocken vom Korbe in Bewegung gesetzt; ausserdem sind von 100 Meter zu 100 Meter Bohrungen im Rohre vorhanden, welche mit Barometern in Verbindung stehen, diese zeigen dem Maschinenwärter beim Passiren des Korbes ein Vacuum, so dass er über den Stand genau orientirt ist. Diese Fördermethode ist gewiss sehr sinnreich und hat namentlich bei grossen Tiefen den Vorzug geringerer Betriebskosten, weil die Unterhaltung des Förderseils fortfällt und der Kohlenverbrauch durch die Beseitigung der todten Last des Seils geringer wird, doch sind die Anlagekosten beträchtlich höher, als bei der gewöhnlichen Fördermethode. So ist denn, so weit bekannt, die Einrichtung an anderen Orten nicht nachgeahmt, doch empfiehlt sie, als besonders sicher, Daelen für Menschenförderung[549]).

E. Tageförderung.

Die Tageförderung im Allgemeinen bildet nur einen untergeordneten Theil der bergmännischen Förderung Behufs der Abfuhr des Gewonnenen und der Zufuhr der Materialen; sie erfolgt meist in söhliger oder nahe söhliger, selten in abwärts gehender, ausnahmsweise nur, wie im Salzburgischen, in aufwärts gehender Richtung.

Die Wegförderung vom Schachte erfolgt im Kleinen in Karren, Hunden, Wagen, für grössere Längen in Wagen auf gewöhnlichen Wegen, in Schiffen auf Kanälen, in Eisenbahnwagen auf Schienenwegen. Die Förderung auf Kanälen ist wichtig für das Bewegen grosser Massen mit mässiger Geschwindigkeit und wird hierfür immer ihre Bedeutung behalten, dagegen verdient für rasche Fortbewegung die Förderung auf den Eisenbahnen den Vorzug, so dass dieselbe überall im grössten Massstabe angewendet wird[550]).

Auch für geringere Entfernungen hat man schmalspurige Schienenwege zum Transport über Tage angelegt, so die im oberschlesischen Berg- und

---

[549]) Glückauf. Essen 1877. No. 84.

[550]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 104.

Hüttenrevier verzweigte Rossbahn, welche früher mittelst Pferden betrieben wurde, bei welcher man besondere Wagen, in welche die Grubenfördergefässe entleert werden, benutzt; in neuester Zeit ist man mit Vortheil zur Locomotivförderung übergegangen. Direct werden die Grubenförderwagen auf einer schmalspurigen Bahn mittelst Locomotiven auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken mit vielem Vortheil transportirt[551]), was man auch an manchen anderen Orten nachgeahmt hat, so im Mansfeldischen[552]). — Hier sind die oben S. 48 bereits weitläufig erörterten Drahtseilbahnen noch besonders hervorzuheben, welche zur Förderung der Massen von den Schächten zu den Verlade- oder Gebrauchspunkten immer grössere Anwendung finden und auf weitere Entfernungen ausgedehnt werden. Neuere derartige Ausführungen werden in der unten bezeichneten Quelle angeführt[553]).

Auf der Blei- und Silbererzgrube Friedrichsegen bei Oberlahnstein hat man zur Ueberwindung einer Höhendifferenz von 117 Meter auf eine Länge von 2500 Meter nach dem System des Schweizers Riggenbach eine Bahn angelegt, welche theils als Adhäsionsbahn, theils als Zahnradbahn construirt ist[554]).

Eine grosse Zukunft für die Beförderung der Bergwerksproducte hat die von Dr. Werner Siemens erdachte electrische Eisenbahn, wie er sie probeweise auf den Ausstellungen zu Berlin, Düsseldorf, Breslau u. a. a. O., sowie in grösserem Massstabe zu regelmässigem Betriebe zwischen Berlin und Lichterfelde, 2,45 Kilometer lang, ausgeführt hat[555]). Zwischen den Schienen einer schmalspurigen Bahn befindet sich eine dritte Schiene, ein aufrecht stehendes Flacheisen; an der Locomotive sind 2 Rollen angebracht, welche an der Mittelschiene gleiten. Eine dynamo-electrische Maschine liefert die Kraft und überträgt dieselbe auf eine zweite auf der Locomotive befindliche dynamo-electrische Maschine; die erstere stehende Maschine wird durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt: der eine Pol steht in leitender Verbindung mit der Mittelschiene, während der andere Pol mit den äusseren Schienen verbunden ist, so dass die Maschine der Locomotive, welche jetzt als electro-magnetische, arbeitende Maschine wirksam wird, durch die Umwickelungsdrähte den electrischen Strom von der Mittelschiene zu den äusseren leitet, wobei die Räder der Locomotive den Contact mit den äusseren Schienen bilden. Wo also sich die Loco-

---

551) Schönemann in Zeitschr. d. deutschen Ingenieure. Bd. 8. S. 371.

552) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 262.

553) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 262.

554) Ebenda. S. 263.

555) Zeitschr. des elektro-technischen Vereins. Berlin 1880. S. 47; 1881. S. 292. — Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 5. S. 106; Bd. 8. S. 493. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 456. — Der Berggeist. Köln 1879. S. 345. — Dingler polyt. Journal. Bd. 233. S. 171; Bd. 241. S. 368.

motive auf der Bahn befindet, wird sie von dem electrischen Strome der Betriebsmaschine durchlaufen und setzt ihren Weg bis zur Unterbrechung des Stroms fort. Man wird die Mittelschiene entbehren können, wenn die beiden Laufschienen der Bahn, sowie die linken und die rechten Räder der Locomotive und der Wagen nirgends in metallischer Verbindung mit einander stehen. Der Nutzeffect wird von Siemens zu 50 Procent, aber nach weiteren Erfahrungen jedenfalls steigerungsfähig angegeben. Beim Bergbau ist von der electrischen Bahn auf der Stadtgrube bei Senftenberg versuchsweise Anwendung gemacht; es wurden in einer Sekunde 15 Grubenwagen 2 Meter weit im Stolln fortbewegt; die weiteren Versuche werden als ungünstig bezeichnet[556]. Auf der Concordiagrube in Oberschlesien ist von der Firma Siemens und Halske eine electrische Bahn angelegt, welche sich von der Lichterfelder dadurch unterscheidet, dass der Strom nicht durch die Schienen zur Locomotive geleitet wird, sondern durch Drahtseile, auf welchen Contactwagen laufen, die mittelst Drähte mit der Locomotive verbunden sind. Die unterirdische electrische Bahn zu Zaukeroda wurde S. 82 beschrieben; sie beruht auf den gleichen Principien. — Aehnlich ist die Stromzuleitung von Siemens angeordnet auf der 2,3 Kilometer langen electrischen Bahn von Charlottenburg nach dem Spandauer Berg[557]. — In Oesterreich hat die Firma Egger zu Wien den Bau electrischer Bahnen angeregt[558].

Zum Transport der Kupferschiefer ist von der Mansfelder Gewerkschaft eine Strassenlocomotive beschafft, welche drei Wagen fortbewegt. Die Versuche sind später eingestellt[559]. — Eine Zukunft scheint in dieser Beziehung der Strassendampfwagen von Bollée in Le Mans zu haben, dessen Einführung von der Wöhlert'schen Maschinenfabrik in Berlin sehr befürwortet wird[560].

Wichtig ist das Ausleeren der Förderwagen auf der Hängebank in die grösseren Transportgefässe. Man hat geglaubt, das Verladen grosser Massen zu beschleunigen, wenn man eine grössere Zahl Eisenbahnwagen u. dgl. m. zugleich in Ladung nimmt, hat deshalb weitläufige Ladebühnen angelegt, um möglichst viel Eisenbahnwagen zu gleicher Zeit zur Verladung bereit zu stellen. Dies war das frühere Princip auf den Gruben bei Saarbrücken. Dasselbe bedingte, dass die Förderwagen von der Schachtmündung sehr weit fortgelaufen werden mussten, dass also viel Zeit verloren ging,

---

[556]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 254; Bd. 29B. S. 257.

[557]) Mittheilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens. Berlin 1881. S. 166. — Glückauf. Essen 1881. No. 64.

[558]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 503. — Kerl u. Wimmer, berg- u. hüttenm. Zeitung 1881. S. 61. — Glaser Annalen. Bd. 8. S. 315.

[559]) Hauchecorne a. a. O. S. 83. — Dieselbe Zeitschr. Bd. 20B. S. 382.

[560]) Das neue Dampf-Fortbewegungs-System von Amadeus Bollée in Le Mans. Berlin 1880.

eine grosse Zahl von Förderleuten nothwendig war und die Förderwagen nur langsam zum Schachte zurückkehrten. Diese einer schnellen Verladung und präcisen Schachtförderung hinderlichen, dabei kostspieligen Umstände haben etwa seit 1863 Veranlassung gegeben, das dortige Princip zu verlassen und sich das englische anzueignen. Dasselbe beruht wesentlich darauf, dass die Verladung an wenigen Punkten in unmittelbarster Nähe des Schachtes concentrirt wird; die Förderwagen haben dabei also nur ganz kurze Wege zu machen und können sämmtlich von wenigen Arbeitern entleert werden; als neue Arbeit tritt aber hier hinzu die Fortbewegung der leeren und beladenen Eisenbahnwagen, welche aber nicht schwierig ist, wenn man in der Richtung der Bewegung geneigte Bahnen anlegt oder den Transport durch Pferde besorgen lässt. Die immer ausgedehnter ausgeführte Sortirung und Separation der Kohlen erheischt es ohnehin, auf die Concentrirung der Entleerung der Förderwagen an wenigen Punkten immer mehr Bedacht zu nehmen. Zur Verbindung der verschiedenen Geleise an den Ladestellen bei den Schächten sind entweder Weichen oder Schiebebühnen angelegt; die ersteren erfordern eine grosse Verlängerung der Geleisanlage und in Folge dessen viel Zeit beim Verschieben der Eisenbahnwagen; mittelst Schiebebühnen lässt sich die Anlage vielmehr concentriren und die Bewegung der Wagen beschleunigen, namentlich wenn man, was in neuerer Zeit mehrfach z. B. auf Königsgrube[561]), Hohenzollerngrube in Oberschlesien geschehen ist, die Schiebebühne mittelst einer Locomobile von einem Geleise zum andern befördert. Auf der Gerhardgrube bei Saarbrücken hat man eine Schiebebühne in ein Seil ohne Ende eingeschaltet[561a]). — In den Geleisen zur Abfuhr der beladenen Wagen liegen grosse Centesimalwagen zum Abwiegen der Kohlenladung. — Auf grossen Schächten in Nordamerika[562]) hat man fünf Ladegeleise, von denen a, Fig. 615, zur Verladung von Stückkohlen, b zur Verladung aller anderen Kohlensorten, c zur Abfuhr von Bergen und Kohlengrus, d zur Heranbringung von leeren Wagen, e zur Heranschaffung von Materialien zum Schachte bestimmt ist. Die Ueberführung der Wagen aus einem Geleise in das andere erfolgt nur durch ein stumpf abgeschnittenes bewegliches Schienenpaar lm, Fig. 616, welches mittelst der Hebel x und y und der Zugstangen v und w in die Fortsetzung des festliegenden Schienengeleises eingestellt wird; die Hebel werden mittelst Knaggen in entsprechenden Einschnitten der Führung festgestellt, so dass das Schienenpaar lm in unverrückbarer Weise feststehend stets in die Richtung eines der festliegenden Geleise hineinweist.

Ursprünglich entleerte man die Förderwagen in der Weise, dass man eine Giebelseite derselben beweglich machte, dieselbe öffnete und nun den

---

561) Zeitschr. Bd. 21 B. S. 302.
561a) Ebenda. Bd. 30 B. S. 251.
562) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 33.

Wagen aufkippte und auskratzte; obwohl hierdurch sehr viel Zeit und Arbeitskraft verschwendet wird, ausserdem der Wagen einer kostspieligeren und weniger stabilen Construction bedarf, hat man sich noch bei Weitem nicht überall von dieser mangelhaften Einrichtung befreit. Erst jetzt hat man mehr und mehr die auf den englischen Gruben ganz allgemein übliche

Fig. 615.

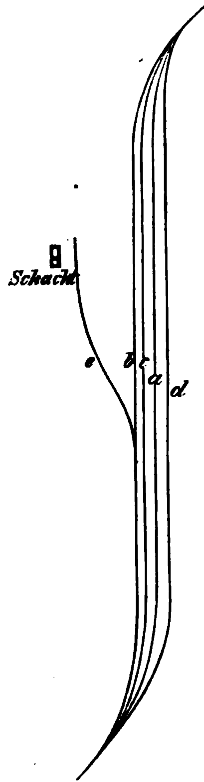
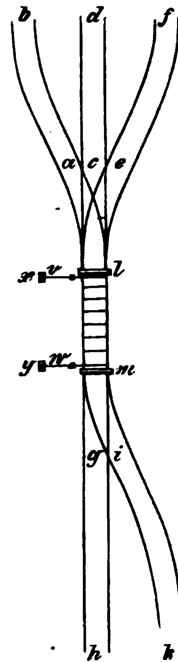


Fig. 616.



Anwendung von Wippern adoptirt. Es sind dies eiserne Gestelle, in welche der beladene Förderwagen hineingeschoben wird und welche so construirt sind, dass durch die Lage des Schwerpunkts das Gestell mit dem beladenen Wagen, ohne dass dieser sich hinausbewegen kann, umschlägt, die Entleerung in einem Moment stattfindet und das Gestell mit dem leeren Wagen wieder in seine frühere Lage zurückschlägt. Man hat die Wipper so eingerichtet, dass die Wagen sich entweder um die kurze oder die lange Seite drehen, was je durch die Oertlichkeit bedingt ist; die Constructionen sind der mannigfachsten Art, sie haben nur die Bedingung einer richtigen Lage des Schwerpunkts zu erfüllen, welche so gewählt werden muss, dass das Umschlagen nach dem Auffahren des vollen

Wagens, das Zurückschlagen nach der Entleerung desselben erfolgt. Bei einzelnen Wipperconstructionen findet man Bremsen angebracht, um die Bewegung controliren zu können[563]). Die Kreiselwipper, deren Anwendung jetzt allgemeiner ist, werden abweichend gegen die älteren Constructionen auf Kohlengruben so angelegt, dass der Aussturz seitwärts stattfindet, um zur Schonung der Stückkohle die Sturzhöhe möglichst zu verringern[564]). — Zum Aufstürzen von Halden hat man Wipper auf beweglichen Gestellwagen eingerichtet, welche auf Ladebrücken, die mit Schienen versehen sind, laufen und mit dem Vorschreiten der Halde vorrücken; auf die Gestellwagen wird der Förderwagen eingefahren und an der Aussturzstelle mittelst des Wippers entleert. Eine solche Einrichtung ist auf dem Albertschacht der Grube Gerhard bei Saarbrücken vorhanden[565]). Daselbst wird auch ein Wipper durch maschinelle Kraft in Bewegung gesetzt[565a]).

Auch für die Entleerung der grossen Eisenbahnwagen in die Schiffe und umgekehrt hat man in England im ausgedehntesten Maasse maschinelle Einrichtungen angewendet, welche vorzugsweise auf Benutzung der Schwerkraft beruhen. Eine ausführliche Erwähnung dieser Einrichtungen, welche hier nur berührt werden können, ist von dem Herausgeber in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen erfolgt, worauf an dieser Stelle verwiesen werden kann[566]). — Eine ausführliche Behandlung hat dem Gegenstande der Baumeister von Doemming gewidmet[567]). Derselbe theilt die Vorrichtungen in 4 Systeme ein: 1. Das Spout-System, wobei die Kohlen aus dem Boden des Waggons in eine geneigte Schuttrinne fallen, in derselben bis zur Schiffsluke und durch dieselbe in den Schiffsraum gleiten; 2. das Drop-System, bei welchem die Waggons durch Balanciers oder Krahne zur Schiffsluke herabgelassen und die Kohlen durch Oeffnen der Bodenklappen oder Kippen des ganzen Waggons in den Schiffsraum entleert werden; 3. das Tip-System, bei welchem die Waggons, auf einer Plattform stehend, um eine horizontale Achse gekippt werden und die zu entladenen Kohlen durch Oeffnen einer Kopfklappe des Waggons entweder direct oder durch Vermittelung einer Schuttrinne in das Schiff fallen; 4 das Box-System, bei welchem die Kohlen in besonderen auf dem Wagengestell stehenden Kasten zur Ladestelle transportirt, diese Kasten durch Krahne abgehoben, bis zur Schiffsluke oder in den Schiffsraum hinabgelassen und die Kohlen durch bewegliche Bodenklappen entladen werden. Welches von diesen Systemen den Vorzug verdient, hängt von localen

---

[563]) Herold a. a. O. Bd. 3B. S. 49. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 92. — Bluhme ebenda. Bd. 12B. S. 315. 323. — Broja ebenda. Bd. 22B. S. 157.

[564]) Hauchecorne a. a. O. S. 82. — Ebenda. Bd. 20B. S. 382.

[565]) Hauchecorne a. a. O. S. 83.

[565a]) Ebenda. Bd. 30B. S. 250.

[566]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 98.

[567]) Zeitschr. f. Bauwesen. Berlin 1878. S. 273.

Verhältnissen ab, am wenigsten möchte das letzte zu empfehlen sein. In Deutschland ist bisher nur das erste System, so in den Häfen von Saarbrücken und Ruhrort, zur Anwendung gelangt; sonst werden mit Kosten- und Zeitaufwand die Kohlen aus dem Waggon in Körbe oder Kübel entleert, welche mittelst Krahne in die Schiffe hinabgelassen werden. Erst in neuerer Zeit ist in Hamburg eine Kippvorrichtung nach dem Tip-System hergerichtet, bei welcher die Neigung der Plattform und dadurch mittelbar des Wagens auf hydraulischem Wege bewirkt wird[568]).

Zum Aufzug von Förderwagen[569]) auf ein höheres Niveau über Tage wird sehr häufig die Fördermaschine benutzt, indem auf der Seilkorbachse ein Getriebe aufgebracht ist, dessen Umdrehungen zu denen der Seilkörbe in dem Verhältniss stehen, wie die Förderhöhe des Aufzuges zu der im Schachte. Solche Einrichtungen finden sich nach dem Vorgange englischer Anlagen auf mehren Saarbrücker Gruben. — Auch mit einer Wasserhaltungsmaschine hat man einen Aufzug auf der Zeche Wolfsbank bei Essen verbunden, wo das Förderseil an einen Balancierarm befestigt und mittelst einer Seilscheibe zum Aufzuge geführt ist; das Fördergestell wird bei jedem Hub der Maschine um die Höhe des Niederganges des Gestänges gehoben, beziehungsweise des Aufganges gesenkt. — Einen Dampfelevator hat man auf der Grube Concordia im Oberbergamtsbezirk Dortmund zum Heben von Kokswagen auf die Bordhöhe von Eisenbahnwagen in Anwendung. In einem Senkbrunnen von entsprechender Tiefe, welcher wasserdicht ausgekleidet ist, steht ein Rohr mit Plunger, auf dessen oberer Fläche eine Bühne angebracht ist, auf welche 2 Kokswagen mit je 6 Centner Ladung aufgefahren werden; das Gewicht des Plungers und der Bühne ist durch Gegengewicht so weit abbalancirt, dass der Ueberschuss noch hinreicht, das freiwillige Sinken des Plungers nach vollendetem Hub zu bewirken. Dieser wird durch Dampf hervorgebracht, welcher durch ein Rohr unter den Plunger geleitet wird, während durch ein anderes Rohr der gebrauchte Dampf nach Oben steigt; das unter dem Plunger sich sammelnde Condensationswasser tritt in einen Condensationsbehälter, dessen Ventil sich beim Ansammeln von Wasser durch Sinken eines in dem Behälter befindlichen Topfes öffnet, so dass der über dem Wasser stehende Dampf dasselbe durch ein besonderes Rohr zu Tage drückt.

Zu bemerken bleibt noch, dass man auf den Halden zur Fortbewegung der mit Bergen beladenen Wagen sich meistentheils nur der unvollkommenen Einrichtung von untergelegten hölzernen Bohlen bedient, um für den Wagen eine Bahn zu schaffen. Abgesehen davon, dass der Wagen dennoch nur schwerfällig transportirt werden kann, ist der Verbrauch von Bohlen ein sehr bedeutender. Man hat deshalb auf einzelnen Gruben in Saarbrücken

---

[568]) Ebenda. S. 297. — Glückauf. Essen 1878. No. 87.

[569]) Hauchecorne a. a. O. S. 83.

statt der Bohlen mit Vortheil gewalztes U-Eisen, von dem Hüttenwerk zu Burbach bei Saarbrücken dargestellt, benutzt und dadurch wenigstens eine Ersparung herbeigeführt.

An einigen Punkten in England[570]) hat man auch für den Transport auf der Halde Schienenwege angelegt und diese in ihren Ausläufern beweglich hergestellt, um der Ausdehnung der Halde folgen zu können. Die Stege dieser Bahnen sind aus Eisen und haben an den Enden Ohren, in welche die aus Rundeisen bestehenden Schienen mit ihren hakenförmig umgebogenen Enden eingehakt werden, so dass die Verlegung leicht und schnell erfolgen kann.

In dem Rüdersdorfer Kalksteinbruch ist eine grosse Beweglichkeit der Förderbahnen nothwendig, weshalb man mit Vermeidung aller Weichen und sonst gebräuchlichen Holztheile ein System von schmiedeeisernen Wendeplatten mit Stahlschienen zur Anwendung gebracht hat. Die Schienen sind durch eiserne aufgenietete Handschwellen zu beweglichen Geleisestücken von 3 bis 4 Meter Länge verbunden; die Zusammenfügung der einzelnen Geleisestücke mit einander erfolgt durch 4 Stahlstifte, welche in der Endschwelle eines jeden Geleisestückes vernietet sind und in Löcher eingreifen, welche im Fusse beider Schienen des nächstfolgenden Stückes sich befinden. Ein etwaiges Herausspringen des Geleises wird durch einen Holzpflock verhindert, welcher von der Seite in 2 an den Wechseln angebrachten halbkreisförmigen Aussparungen der Schienen steckt. Die Verbindung der Geleisestücke mit den Wendeplatten erfolgt in derselben Weise, wie die der Geleisestücke unter einander; die Wendeplatten sind nach aussen mit 4 Zwangsschienen und in der Mitte mit einer kreisrunden drehbaren Holzscheibe versehen. Dieses System hat sich gut bewährt[570a]).

Sehr wesentlich ist es, sich auch bei der Tageförderung, wo nur immer möglich, der Vortheile theilhaftig zu machen, welche die Einrichtung mit sich bringt, wonach der beladene Wagen in freier Selbstbewegung zum Entladungspunkt abläuft, der entleerte Wagen in gleicher Weise zurückkehrt, es wird dadurch, namentlich bei grossen Halden, ganz beträchtlich an Arbeitskraft gespart.

In ausgedehnter Weise wird in England für den Verkehr bei den Schächten, sowohl für die Fortschaffung der Grubenwagen vom Schachte zur Verladestelle und zurück, so wie zur Herbeischaffung der Materialien zum Schachte die Förderung mit Kette ohne Ende benutzt; ebenso geschieht es in Belgien z. B. in Mariémont, auch auf der Steinkohlengrube ver. Hamburg in Westfalen und auf vielen anderen Gruben ist eine derartige Einrichtung zum Rücktransport der leeren Grubenwagen getroffen[571]), so z. B. in ausgedehnter Weise auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken.

---

[570]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 58. 91.

[570a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31B. S. 203.

[571]) Dieselbe Zeitschr. Bd. 20B. S. 381; Bd. 24B. S. 165.

Mehr, als früher üblich, wendet man zur Zeit ein besonderes Augenmerk auf die Anlagen über Tage bei den Schächten, damit alle Functionen beim Sortiren und Verladen der Kohlen prompt und sicher ineinander greifen und mit dem kürzesten Zeitaufwande ausgeführt werden können, weil ohne solche Einrichtungen für eine zweckmässige Verladung grosse Fördermassen gar nicht zu bewältigen sind[572]).

Bei Förderungen auf geneigten Ebenen hat man eine zweckmässige Einrichtung zur Selbstauslösung der Wagen. Auf der Ausstellung in Paris war eine solche vorgeführt[573]). Die Förderung erfolgt mittelst Kette ohne Ende, welche auf der oberen und unteren Bühne der schiefen Ebene über horizontale Rollen geht, von denen die obere durch Winkelräder die Bewegung von einer Dampfmaschine erhält, die untere durch eine Spannschraube die Kette straff zieht; auf der schiefen Ebene liegen Rollen, auf welchen die Kette aufliegt. Die Wagen tragen zu jeder Seite auf Querriegeln, welche mit dem Wagenboden zusammenhängen, nach Oben offene Gabeln, in deren eine die Kette eingelegt wird, so dass bei dem Bewegen der letzteren der Wagen aufwärts, beziehungsweise abwärts mitgenommen wird. Da die Seilscheiben an den beiden Enden der schiefen Ebene so hoch über den Schienen liegen, dass sich die Kette aus den Gabeln hebt, so wird der Wagen frei und kann anderweitig verfahren werden. Es können gleichzeitig mehre Wagen aufwärts und abwärts transportirt werden.

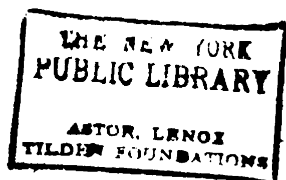
Bei dem Betriebe des fiskalischen Kalksteinbruchs zu Rüdersdorf beseitigt man den bei der Gewinnung verbleibenden Abfall (Grutz) dadurch, dass man ihn mittelst einer Dampfmaschine auf die Höhe einer bis zu einem Bergplateau künstlich hergestellten schiefen Ebene von 172 Meter Länge und 11 Grad Neigung hebt. Das Seil geht am höchsten Punkte über eine der Neigung der schiefen Ebene parallel gelagerte Seilscheibe und zieht den beladenen Zug aufwärts, während das andere Ende leer nur mit der sonstigen, sogleich zu erwähnenden Armatur belastet, zurückgeht. Die Einrichtung ist dadurch von grossem Interesse, dass die beladenen Wagen am Fusse der schiefen Ebene selbstthätig eingerückt und am Ende derselben ebenso ausgerückt werden, so dass das zeitraubende An- und Abschlagen vermieden wird. An beiden Seilenden hängt zunächst ein Schleppwagen a, Fig. 617, 618, 619, welcher eine sechsgliederige aus Rundeisen von 33 Millimeter Stärke gefertigte Schlinge trägt, die an ihren Querstäben cc mit kleinen Rädern dd versehen ist; Räder von gleicher Grösse sitzen auch am Schleppwagen. Die Langstäbe der Schlinge bb sind an zwei Zapfen ee des Schleppwagens befestigt und um dieselben

---

[572]) Broja ebenda. Bd. 22B. S. 153. — Pernolet in bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 3. p. 213.

[573]) Edoux: Rampe mit Selbstauslösung der Wagen in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 279.

erlo,Bergbau



drehbar; auch ist die Verbindung der Lang- und Querstäbe der Schlinge an den Punkten, wo die kleinen Räder d d sitzen, eine bewegliche. Am Fusse der schiefen Ebene bei B und an deren Kopfe bei A sind hölzerne Förderböcke aufgestellt, deren Construction aus der Zeichnung hervorgeht. — Bei Beginn der Förderung muss der Schleppwagen vom unteren Förderbock genau so weit entfernt stehen, dass die erste Querstange der aufgefahrenen Schlinge so hoch liegt, dass der erste Förderwagen bequem darunter hinweggeschoben werden kann. Ein Zug von 6 gefüllten Wagen ist mittelst genau gleich langer Ketten gekuppelt und zum Aufziehen fertig gestellt. Sobald die Maschine in Thätigkeit tritt, erfasst die erste Querstange der Schlinge die Hinterkante des ersten Wagens und schiebt, indem sich der Schleppwagen mit der Schlinge aufwärts bewegt, den ganzen Zug vorwärts; sobald die zweite Querstange auf dem geneigten Holm des Förderbocks herabgleitend, mit den oberen Rändern der Förderwagen in gleiche Höhe gekommen, ist auch die Hinterseite des zweiten Wagens zur Stelle und wird von der zweiten Querstange der Schlinge umfasst. In gleicher Weise geschieht es mit dem dritten bis zum sechsten Wagen. Damit die Querstangen der Schlinge nicht hinabrutschen, sind die Förderwagen an ihren Hinterseiten mit zwei Knaggen ff versehen, welche der Schlinge ein sicheres Auflager gewähren. So umfasst, wird der Zug bis zum Höhenpunkte bei A bewegt. Hier wird der Schleppwagen, welche bisher mit seinen grossen Rädern auf der Schienenbahn gelaufen, von derselben abgehoben, indem seine kleinen Räder d d, welche in Grösse und Spurweite mit den gleichen Rädern der Schlinge übereinstimmen, auf den geneigten Holm des oberen Förderbocks auflaufen. Die Schlinge folgt dem Schleppwagen, die Querstangen derselben werden aus den Knaggen der Förderwagen herausgehoben und erreichen bald eine solche Höhe, dass die einzelnen Förderwagen bequem darunter hinweg laufen können. Da das Freiwerden der Wagen ohne Rückstoss erfolgt, so verlieren sie nichts von der durch die Aufwärtsbewegung gewonnenen lebendigen Kraft und werden durch dieselbe auf der folgenden kurzen horizontalen Bahn ohne weitere Hilfe vorwärts getrieben. Unmittelbar hinter dem Förderbock bekommt aber die Schienenbahn eine geringe Neigung (1 : 95), so dass die vollen Wagen selbstthätig dem Entleerungspunkte zulaufen. — Früher wurden die entleerten Wagen durch Pferde nach dem Seilscheibenpfeiler zurückgefahren, dort unter die Schlinge geschoben, von dieser selbstthätig umfasst und wieder zum Fusse der schiefen Ebene zurückgefahren. Gegenwärtig, wo der Aussturzpunkt schon sehr weit vom Seilscheibenpfeiler entfernt ist, die Pferdeförderung also kostspielig würde, laufen die leeren Wagen in einem weiten Bogen auf geneigter Bahn der Sohle des Kalksteinbruches zu, um von Neuem gefüllt zu werden. Die leergewordene Schlinge läuft mit dem Schleppwagen, welcher dem leeren Seilende Spannung giebt, hinunter, während die am anderen Seilende gefüllten Wagen hinaufbefördert werden. Ein vor dem Arbeitspunkte gefüllter Wagen

durchläuft einen Weg von 1674 Meter, davon 377 Meter durch Menschen- oder Maschinenkraft, die übrigen 1297 Meter selbstthätig. Das Förderquantum in einer zehnstündigen Schicht beträgt ca. 20000 Centner, die Kosten, einschliesslich aller Maschinenkosten, betragen für 100 Centner 3 Mark. In neuerer Zeit ist zur Rückförderung der leeren Wagen in Zügen von 6 bis 12 Stück vom Rande bis zur Sohle des Bruches ein Bremsberg von 59 Meter Länge und 26 Grad Neigung mit Kette ohne Ende angelegt[574]). Bemerkenswerth ist die grosse Bremsberganlage am Meissner in der Provinz Hessen[575]). Derselbe hat eine Länge von 2028 Meter, bei einer seigeren Niveaudifferenz von 279,6 Meter. Die Bahn hat zwei aus nur 3 Schienen bestehende Geleise, welche in der Mitte eine Ausweichung (meeting) mit 2 vollen Geleisen haben und am Fusse des Bremsberges zu einem Geleise zusammengezogen sind; die Geleise haben volle Spurweite und 130 Millimeter hohe Schienen, der Bremskorb hat 4,5 Meter Durchmesser und 5 Meter Länge. Die Fördergefässe sind Eisenbahnwaggons von 80 Centner Eigengewicht und 150 Centner Ladung und haben sattelförmigen Boden und Seitenklappen, bei deren Oeffnen die Kohlen entleert werden. Die Wagen hängen an 32 Millimeter starken Gussstahldrahtseilen.

Hier dürfte auch die Einrichtung zu erwähnen sein, welche der Bergverwalter Schmued auf dem Marien-Bau im Seegraben bei Leoben getroffen hat und in Wien im Modell ausgestellt hatte, wo für den Rücklauf der leeren Wagen die auf dem Tagesbremsberge gewonnene überschiessende Kraft benutzt wird[576]). Das Princip entspricht der Vorkehrung, wie sie unterirdisch auf der Königsgrube in Oberschlesien angewendet ist und oben S. 76 erwähnt wurde.

---

[574]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 252.

[575]) Ebenda. Bd. 24B. S. 166.

[576]) v. Arbesser: Bremsberg mit Rücklaufbahn in berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr. Bergakademien. Bd. 22. S. 200.

SIEBENTER ABSCHNITT.

Fahrung.

Bei Besprechung der Fahrung kommen nur die Schächte und stärker geneigten Baue in Betracht, da in söhligen und wenig geneigten Strecken besondere Vorrichtungen hierzu nicht vorhanden sind.

A. Gewöhnliche Fahrungen.

I. Fahrten.

Die alte Construction der Fahrten bestand in einem Fahrtschenkel, durch welchen runde Sprossen hindurchgesteckt wurden; in einem engen Schachte wurden solche Fahrten seiger aufgestellt.

Bei guten Constructionen hat man zwei Fahrtschenkel von 65 bis 78 Millimeter Breite, die Sprossen sind nicht rund, sondern höher als dick und auch wohl in der Mitte noch verstärkt, weil sie sich hier am leichtesten abtreten; man macht sie 20 bis 26 Millimeter dick, an den Enden 52 Millimeter, in der Mitte 78 Millimeter hoch. Das Einsetzen der Sprossen erfolgt so, dass man sie leicht auswechseln kann, indem man das Zapfenloch in dem einen Schenkel so hoch auskehlt, dass die auszuwechselnde Sprosse herausgehoben werden kann. Die Entfernung der Schenkel von einander nimmt man 31 Centimeter, der Sprossen 26 Centimeter. Am besten macht man die Fahrten, wenigstens die Sprossen, von Eichenholz.

Um das zu schnelle Abnutzen der Sprossen zu verhindern, legt man in dieselben Eisenstäbe ein, entweder 20 Millimeter starkes Rundeisen in eine 10 Millimeter tiefe Hohlkehle, oder 10 Millimeter starkes, 26 Millimeter hohes Flacheisen in eine entsprechende Nute der Sprosse, oder halbrundes Eisen von der Breite der Sprosse auf deren oberen Kante, wovon das zweite Verfahren am meisten zu empfehlen ist[1]). Auf der Grube Furth bei Aachen hat man Sprossen, welche ganz aus Gusseisen gefertigt sind[2]). Auch schmiedeeiserne Sprossen hat man anderwärts versucht, sowohl mit

[1]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. S. 390.

[2]) Ebenda. Bd. 8A. S. 197.

hölzernen, wie mit eisernen Schenkeln; wegen der geringen Dicke der Sprossen fährt es sich schlecht, weshalb man auch wohl zwei dünne eiserne Stäbe neben einander als Sprossen angewendet hat. Bei dem Oberharzer Bergbau baut man an Punkten, wo Holz leicht stockig wird, Fahrten ein, deren Schenkel aus Walzeisen und deren Sprossen aus Eichenholz bestehen; solche Fahrten gewähren nicht nur grössere Sicherheit für die Fahrenden, sondern erfordern auch, obwohl sie in der ersten Anschaffung theurer sind, geringere Unterhaltungskosten, als die gewöhnlichen Fahrten, weil sie haltbarer sind[3]). Im Allgemeinen sind ganz eiserne Fahrten auf Abteufen beschränkt, wo die hölzernen der Zerstörung zu sehr ausgesetzt sind; dabei hat es sich auf der Steinkohlengrube Glücksburg bei Ibbenbüren bewährt, die Schenkel aus 29 Centimeter langen, beweglichen Gliedern zusammenzusetzen[4]). Am Harze hat man in Nebenschächten statt Fahrtschenkel alte Drahtseile mit Vortheil eingeführt[5]).

Stellung der Fahrten. Die Fahrten müssen zur bequemen Fahrung geneigt stehen, weil auf seigeren Fahrten, namentlich beim Ausfahren, die ganze Last des Körpers von den Armen getragen werden muss und die Stellung der Füsse sehr unbequem ist; die zweckmässigste Neigung ist 70 bis 75 Grad. In seigeren Schächten von einiger Tiefe müssen die Fahrten in Absätzen eingebaut werden, damit in Entfernungen von 6 bis 10 Meter Ruhebühnen angebracht werden können.

Die Breite eines guten Fahrschachtes beträgt, obwohl man sie bis herunter zu 0,785 Meter findet, 0,942 Meter, besser noch 1,046 Meter; in diesem Falle stehen sämmtliche Fahrten parallel zu einander und lassen am Fusse noch 52 Centimeter Raum bis zum Stosse, so dass der Fahrende bequem abtreten und ohne eine Wendung machen zu müssen zur nächsten Fahrt gelangen kann. Wenn die Fahrten im Zickzack gestellt sind, kann die Breite des Fahrschachtes geringer sein, doch muss hier der Fahrende beim Verlassen jeder Fahrt eine Wendung machen, was Unsicherheit hervorruft; am geringsten kann die Breite sein, wenn die Fahrten dieselbe Achsenebene erhalten. Doppelfahrten mit zwei über Kreuz stehenden Fahrlöchern in den Bühnen und mit Zickzackstellung, durch welche das gleichzeitige, unbehinderte Ein- und Ausfahren ermöglicht werden soll, bedingen wohl noch etwas weitere Schächte.

Die Befestigung der Fahrten geschieht an Dumpfhölzer oder Fahrtfröschel, quer durch den Schacht gelegten Spreizen, mittelst eiserner Bänder; die Dumpfhölzer müssen stets so gelegt werden, dass sie nicht mit dem oberen Rande der Sprossen zusammenfallen, damit der Fuss des Fahrenden das Holz nicht berührt.

---

[3]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Preussen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 88. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 291.

[4]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8 A. S. 197.

[5]) Dieselbe Zeitschr. Bd. 23 B. S. 117.

Im Uebrigen müssen die Fahrschächte gegen anstossende Fördertrüme dicht verschlagen sein, um jedes Hindurchreichen der Fahrenden zu verhindern; aber auch gegen andere Schachttrüme muss der Fahrschacht so abgesperrt werden, dass wenigstens ein Hindurchfallen der Fahrenden nicht möglich ist, was in verschiedenen Bergrevieren selbst durch Polizeiverordnungnn vorgeschrieben ist, z. B. im Bezirk des Oberbergamts zu Breslau durch §. 11. der Polizeiverordnung vom 20. November 1869[6]). Auch müssen in den Fahrschächten Einrichtungen getroffen sein, um die Traufenwasser abzufangen, welche sonst die Fahrenden stark belästigen würden.

II. Treppen.

Treppen, in Süddeutschland Stiegen genannt, finden sich nur in tonnlägigen Schächten. Es werden entweder Stufen in das Gestein gehauen, oder sie werden von Holz mit entsprechenden Wangen hergestellt; dabei sollte seitwärts ein Geländer, aus einer Stange oder einem Seile bestehend, niemals fehlen, weil ohnehin das Fahren auf den Treppen namentlich abwärts ermüdend ist.

Beim Firstenbau im Siegen'schen finden sich zickzackförmige gemauerte Treppen von 78 Centimeter Breite, mit 45 Grad Neigung, in Längen von 3 Meter, worauf ein 2 Meter breiter Ruheplatz folgt, an den sich eine neue Treppe anschliesst; die Treppen sind mit einem Kellerhals überwölbt.

Beim Salzbergbau im Salzkammergut findet man, auch in seigeren Schächten, Wendeltreppen; welche zum Theil sehr unbequem sind und zu den übrigen Belästigungen des Treppenfahrens auch noch die des Schwindels bei der dauernden Bewegung im Kreise hinzufügen[7]).

Auf dem Eisenerzbergwerk Gottesgabe im Fürstenthum Waldeck hat man auf der 30 Grad einfallenden Lagerstätte in einer flachen Höhe von 70 Meter die Fahrten beseitigt und bequeme hölzerne Treppen eingebaut, welche die Fahrung wesentlich erleichtern sollen[8]).

III. Rutschen.

Die Rutschen, Rutschbahnen oder Rollen finden sich fast ausschliesslich in den flachen Schächten beim Salzbergbau Süddeutschlands. Sie können nur zum Einfahren benutzt werden, gewähren aber Gewinn an Zeit und Kraft und erfordern auch geringere Anlage- und Unterhaltungskosten, als gewöhnliche Fahrteinrichtungen. Man legt die Rutschen in der

---

[6]) Ebenda. Bd. 17 A. S. 45.

[7]) Huyssen, der Salzbergbau der Salzkammergüter in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2 B. S. 35.

[8]) Ebenda. Bd. 29 B. S. 270.

Regel in Verbindung mit schmalen Stiegen an, welche zum Ausfahren nutzt werden. Die Rutschen erhalten entweder einen Gleitbaum oder dergleichen, auf denen man sitzt, in einer Neigung von 30 bis 50 G. welche sich unten verflacht, um die Geschwindigkeit des Fahrenden hemmen, was derselbe auch erreicht, indem er sich hinten über legt. seine Bewegungen zu reguliren, erfasst der Fahrende ein seitwärts am St befindliches Seil von 26 Millimeter Stärke, welches oben und unten b festigt, aber nicht straff gespannt ist[9]).

B. Fahrkünste.[10])

Auf Anregung des Oberbergrath Albert im Jahre 1831, Erleichterungen für die Fahrung aufzusuchen, wurde durch den späteren Obergeschworenen Dörell zu Zellerfeld die erste Fahrkunst in Spiegelthaler Hoffnungsschacht am Harz im Jahre 1833 ausgeführt, wozu er ein für die Wasserhaltung entbehrlich gewordenes Kunstrad verwendete, welches mittelst zwei Krummzapfen und Kreuzen zwei Schachtgestänge bewegte. Es ist zwar neuerdings versucht, die Ehre der Erfindung dem Belgier Sarton, einem Uhrmacher zu Lüttich, zu vindiciren[11]); es handelt sich aber bei dieser Erfindung nicht um die Fahrung, sondern um die Förderung mittelst Gestängen, welches schon vorher von Christoph Polhammer zu Fahlun im Jahre 1694 eingeführt worden war. (Vergleiche oben S. 246). Die Priorität Dörell's bei Erfindung der Fahrkünste erkennt auch der Belgier Trasenster an[12]).

Die Fahrkünste haben sich in Folge der ersten Einrichtung von Dörell am Harz wohl verbreitet, sind aber der ursprünglichen Construction ganz ähnlich geblieben; in verbesserter Construction wurden sie in Cornwall eingeführt, wo fast ausschliesslich sie beim englischen Bergbau angewendet werden, und wo die erste schon im Jahre 1842 durch Moissenet auf der Tresavean-Grube erbaut wurde, nachdem 1834 Charles Fox einen Preis auf eine bessere Fahrung ausgesetzt hatte[13]); vereinzelt finden sie sich auch in anderen englischen Bergrevieren[14]). Seitdem sind in anderweitiger Einrichtung Fahrkünste auf belgischen Steinkohlengruben, auch

---

[9]) Huyssen a. a. O.

[10]) Dittges im Berggeist. Köln 1869. S. 77. — J. Ritter v. Hauer: die Fördermaschinen der Bergwerke. Leipzig 1874. S. 473.

[11]) Des échelles mobiles dites Fahrkunst. Leur inventeur Hubert Sarton de Liège. Liège 1860. Vgl. Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8C. XXXVII.

[12]) Revue universelle des mines 1859. t. VI. p. 377; auch berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 365.

[13]) Cornische Fahrkünste in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 225.

[14]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 680.

auf westfälischen Gruben, in Przibram in Böhmen und an anderen Orten eingeführt; dennoch ist im Allgemeinen die Zahl der vorhandenen Fahrkünste verhältnissmässig sehr gering, und ihre Anwendung hat sich nicht ausgedehnt; auf einzelnen westfälischen Gruben, wo Fahrkünste im Betrieb standen, hat man sie eingestellt und die Fahrung am Seil statt dessen in Gebrauch genommen. In Belgien waren im Jahre 1866 noch 11 Fahrkünste im Betriebe und 6 im Bau begriffen, von diesen 17 wurden im Jahre 1878 nur noch 12 betrieben, während 1 neu eingebaut wurde[15]). Aus England wird von dem Bau einer angeblich neuen Fahrkunst auf der Devon Great Consols Mine berichtet[16]); dieselbe ist eine eintrümige Fahrkunst, welche in ihrer Einrichtung nichts Neues darbietet, die Tritte sind so breit, dass die Mannschaft gleichzeitig ein- und ausfahren kann.

Auch im Mansfeldischen hat man noch zwei Fahrkünste im Betrieb[17]), während man in Przibram erst in neuester Zeit zwei neue gebaut hat[18]); auf dem Mariaschachte daselbst hat man die 708 Meter lange Fahrkunst bis zur Tiefe von 1000 Meter erlängt und für sie, um das Gestänge gegen die bisherige Tiefe nicht schwerer zu machen, ein ganz neues aus Bessemerstahl construirt[19]).

In der Einrichtung der Fahrkünste lassen sich unterscheiden:

1. hinsichtlich der eigentlichen Fahrkunst:
   a. doppelttrümige,
   b. eintrümige,

von denen jene die älteren und auch am Harze die ausschliesslichen geblieben sind; noch in neuester Zeit ist in den 652 Meter tiefen Königin Maria Schacht bei Clausthal eine doppelttrümige Fahrkunst mit eisernen Gestängen und hölzernen Trittbühnen, auf welchen zu gleicher Zeit einund ausgefahren werden kann, eingebaut worden[20]), wogegen die eintrümigen in Cornwall und in Westfalen grössere Anwendung gefunden haben;

hierzu kommt:

   c. eine Verbindung beider Constructionen auf Sars-Longchamps in Belgien, wo man die Fahrkunst für die Ausfahrenden doppelttrümig, für die Einfahrenden aber an denselben Gestängen zwei eintrümige Künste eingerichtet hat[21]).

---

[15]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 190.

[16]) The Mechanics' Magazine. September 1868. S. 211.

[17]) Erdmenger a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 286.

[18]) Novák: Die neuen Fahrkünste in Przibram in v. Rittinger Erfahrungen. Jhrg. 1870. Wien 1871. S. 1. — Glückauf. Essen 1872. No. 35.

[19]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 203; 1882. S. 196. 431. — Dingler polyt. Journal. Bd. 243. S. 166.

[20]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 221. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 169.

[21]) Havrez in Revue universelle des mines t. XIV, auch in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 158.

2. hinsichtlich der Bewegung:
   a. mit Krummzapfenbewegung, wie am Harz, in Cornwall, in Westfalen, neuerdings in Przibram,
   b. mit direct wirkenden Dampfmaschinen, wie in Belgien, Frankreich, früher auch zu Przibram.

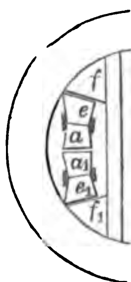
I. Allgemeines.

Bei den doppelttrümigen Fahrkünsten sind die Bühnen zur Aufnahme der Fahrenden meist um doppelte Hubhöhe von einander entfernt; wenn aber der Hub gross genug ist, um die bequeme Stellung eines Menschen zwischen zwei Bühnen zu gestatten und sie also auf einfache Hubhöhe von einander entfernt anzubringen, so lässt sich gleichzeitig ein- und ausfahren, wobei aber der Fahrende immer eine Bühne des Gestänges, auf dem er sich nicht befindet, an sich vorbeipassiren lassen muss. Wenn wirklich gleichzeitig ein- und ausgefahren wird, dann ist bei ganz besetzter Kunst auf beiden Seiten stets gleiche Belastung vorhanden, was nur vortheilhaft ist.

Bei den eintrümigen Künsten befinden sich bewegliche Tritte an dem Gestänge, feste an den Stössen des Schachtes, beide sind auf Hubhöhe von einander entfernt zu stellen. Wenn zu jeder Seite des Gestänges eine feste Bühne liegt, so kann auch hier gleichzeitig ein- und ausgefahren werden, sofern die Zeit der Hubumsetzung hierzu ausreicht.

Mannigfach lassen sich in den angegebenen Momenten beide Systeme modificiren, wenn die Bühnen Raum für mehre Mann bieten, welche aber in gerader Zahl vorhanden sein müssen, da man beispielsweise bei doppelttrümigen Künsten entweder auf gleichen Seiten 2 Mann ein-, beziehungsweise ausfahren lassen kann, oder auf entgegengesetzten Seiten einen Mann ein- und einen ausfahren, welche sich beim Wechsel auf derselben Bühne begegnen; es kommt hierbei wesentlich auf die Maschinenkraft an. Zu solchen Modificationen gehört auch die unter 1. *c.* erwähnte Combination der doppelttrümigen und eintrümigen Kunst auf der Grube Sars-Longchamps, wo die an Gestängen von Flachschienen befestigten Tritte aa, Fig. 620, welche in doppelter Hubhöhe von einander entfernt sind, zum Ausfahren dienen, während ee die beweglichen Tritte zum Einfahren, ff die dazu gehörigen festen Bühnen sind; der ausfahrende Mann fährt doppelt so schnell, wie der Einfahrende, aber beim Einfahren kommen in derselben Zeit doppelt so viel Mann unten an, weil man es mit 2 Künsten zum Einfahren zu thun hat.

Fig. 620.



Die Anwendung der Bewegung mittelst Krummzapfen beruht auf der Eigenthümlichkeit, dass der Krummzapfen, wenn die Rotation durch

schwere Massen, wie das Schwungrad, gleiche Winkelgeschwindigkeit erhält, in verticaler Richtung bei einer halben Umdrehung in der Geschwindigkeit von 0 bis zu einem Maximum wieder vom Maximum bis 0 gelangt. Nimmt man z. B. bei 3 Meter Hub, also 1,5 Meter Halbmesser des Warzenkreises 10 Stationen, so kommen auf jede Station folgende Wege:

1.	=	7	Centimeter
2.	=	21	„
3.	=	35	„
4.	=	42	„
5.	=	46	„
6.	=	46	„
7.	=	42	„
8.	=	35	„
9.	=	21	„
10.	=	7	„
		3,02	Meter

jede Station braucht, wenn 4 Doppelhübe in der Minute geschehen, $\frac{60}{8 \,.\, 10}$ = 0,75 Sekunden; bei 2 Gestängen ist also die Entfernung der Bühnen ³/₄ Sekunden vor Beendigung des Hubes 7 Centimeter, ebenso nach dem Wiederbeginn des Hubes 7 Centimeter, im Ganzen also 14 Centimeter, so dass man die Zeit von 2 . 0,75 = 1,5 Sekunden zum Uebertreten hat, welche vollständig ausreicht. Bei einem Gestänge ist innerhalb von 1,5 Sekunden das Maximum der Entfernung sogar nur 7 Centimeter. Die mittlere Geschwindigkeit würde bei doppelttrümigen Künsten $\frac{3}{7,5}$ Meter = 40 Centimeter in der Sekunde sein, da auf jeden einfachen Hub, beziehungsweise halben Warzenkreis für 10 Stationen = 10 . 0,75 = 7,5 Sekunden erforderlich sind.

Bei directer Bewegung der Gestänge hat man Kataraktpausen für den Uebertritt nöthig, welche nur bei Dampfmaschinen anzubringen sind; abgesehen von der stossweise stattfindenden Bewegung und der unter Umständen damit verbundenen Gefahr hat man hier stets Vernichtung der lebendigen Kraft. Nimmt man Kataraktpausen von nur 3 Sekunden, so bleiben für einen Auf- und Niedergang, entsprechend den obigen Zahlen, nur 7,5 — 3 = 4,5 Sekunden übrig, so dass sich die Geschwindigkeit auf $\frac{3}{4,5}$ Meter = 67 Centimeter in der Sekunde erhöht.

Hiernach ist die Krummzapfenbewegung der directen vorzuziehen.

II. Gestänge.

Am Harz hat man die Gestänge verschiedenartig construirt. Im Anfang nahm man beschlagenes Fichtenholz von 18 Centimeter Breite und 16 Centimeter Stärke, aus zwei 10 Centimeter breiten, 16 Centimeter

starken, mit einander verkämmten Stücken bestehend, die Bekleidung der Wechsel erfolgte durch eiserne Schienen; ein solches Gestänge wurde auf dem Spiegelthaler Hoffnung Richtschacht eingebaut, doch ist es für die Harzer Verhältnisse zu schwer, da 200 Meter desselben 80 bis 90 Centner wiegen.

Später wendete man Drahtseile an, welche der ganzen Länge nach von 2 mit den Kernseiten auf einander gekämmten leichteren und unbeschlagenen fichtenen Splintkunststangen, denen die Borke gelassen ist, umfasst sind; in den Hölzern befinden sich Nuten für die Seile, deren bald eins, bald zwei vorhanden sind; z. B. auf dem Schreibfederschacht zwei, wo nebenbei das Gestänge auch zur Wasserhaltung dienen kann, indem man die Tritte und Handgriffe wegnimmt. Diese Construction ist insofern misslich, als sich die Beschaffenheit der ohnehin getheerten Drahtseile nicht beständig untersuchen lässt. Von diesem Gestänge wiegen 200 Meter etwa 50 Centner.

Auf dem Samsonschacht, welcher auf 480 Meter Tiefe 75 bis 80 Grad fällt und dann noch 300 Meter seiger niedergeht, hat man zwei parallele Drahtseile als Gestänge angewendet; dieselben sind 21 Centimeter von einander entfernt, haben oben 36 Drähte und von 100 zu 100 Meter je 4 Drähte weniger. Die Leitung erfolgt durch 6 Meter lange, an den Seilen mittelst Haken befestigte Stangen aus Fichtenholz, welche an Schlepprollen aus Fichtenholz oder Gusseisen gleiten; die schmiedeeisernen Tritte und Griffe sind mit den Seilen durch Umwickeln von Draht verbunden. Oben sind die Seile zwischen die Hölzer, welche zu den Kunstkreuzen führen, eingeklemmt, unten sind sie belastet, um sie steif zu erhalten.

Auf dem Schmidschacht bei Eisleben hat man als Gestänge vier Drahtseile von 26 Millimeter Durchmesser aus 5 Litzen zu je 4 Drähten; der Hub beträgt 1,883 Meter, die Entfernung der Tritte 3,766 Meter, die letztern sind für 1 Mann bestimmt, 55 Centimeter lang und breit und sind zwischen den Seilen befestigt, die schmiedeeisernen Rahmen der Tritte sind an den Seilen eingebogen, diese hier mittelst Schrauben angezogen und dadurch eingepresst; unten im Schachte tragen die Seile ein belastetes Holzgeviere.

Bei allen übrigen ausgeführten Fahrkünsten bestehen die Gestänge entweder aus Holz oder aus Eisen.

Hölzerne Gestänge. In Cornwall macht man die Gestänge nach Moissenet[22]) bei Teufen von 200 bis 300 Meter aus nordischem Tannenholz in Stücken von 11,25 Meter Länge, 17 bis 21 Centimeter im Quadrat stark, mit Bühnen für 1 Mann bei 3,766 Meter Hub und gleicher Entfernung der Tritte; an den Wechseln finden sich 4 Verstärkungsschienen von 3 bis 3,75 Meter Länge, 13 Centimeter Breite, 26 Millimeter Stärke. Von Warocqué ist ebenfalls nordisches Tannenholz angewendet und die Zu-

---

[22]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 226.

sammensetzung ganz wie bei den Pumpengestängen erfolgt; er giebt 3 Meter Hub. Auf der Steinkohlengrube Glückauf bei Dortmund hat man in dem 235 Meter tiefen Schacht oben 38 Meter aus Eichenholz, den übrigen Theil aus Nadelholz gefertigt; das Gestänge ist 42 Centimeter breit, 21 Centimeter stark und besteht aus 2 verkämmten Stangen von 24 zu 21 Centimeter, indem die Verkämmung 52 Millimeter beträgt; das Gestänge ist von oben bis unten mit eisernen Stangen bekleidet; der Hub beträgt bei der eintrümig eingerichteten Kunst 3,75 Meter.

Eisernes Gestänge. Runde Eisenstangen finden sich bei der Fahrkunst von Seraing, auf dem Bolzeschacht bei Eisleben, auf der Grube Furth bei Aachen, auf der Grube Angleur in Belgien[23]). Der Querschnitt der Stangen nimmt nach der Tiefe zu ab. Zu Seraing hat man innerhalb von 4 Stangen trapezförmige Bühnen für 2 Mann, 55 Centimeter breit, 1 Meter im Mittel lang; die Stangenenden sind durch Gabelung vereinigt, indem eine Gabel am unteren Ende der oberen Stange den Kopf der folgenden Stange umfasst, die dadurch entstehende Verdickung trägt den mit zwei Querstücken versehenen Rahmen aus Flacheisen für den Tritt. Auf dem Bolzeschacht liegen die Tritte gleichfalls innerhalb 4 Stangen und haben 55 Centimeter im Quadrat, die runden Stangen sind mit quadratischen Köpfen versehen, über welche 21 Centimeter lange, 26 Millimeter starke Muffen gezogen werden, welche zur Verbindung je zweier Stangen und zum Tragen der Tritte dienen; die oberen 8 Stangen, deren jede 7,5 Meter lang ist, sind 29 Millimeter stark, die mittleren 7 Stangen 26 Millimeter, die unteren 7 Stangen 23 Millimeter stark. Auf Angleur liegen die Tritte auf 0,52 Meter breiten, 0,6 Meter langen Rahmen von Winkeleisen zwischen zwei Stangen, welche um 0,6 Meter von einander entfernt, oben 0,04 Meter stark sind und bis 0,025 Meter Stärke abnehmen; die Stangen sind 4 Meter lang und tragen an beiden Enden 0,06 Meter breite, 0,03 Meter dicke Platten, von denen je 2 und mit ihnen der zwischen gelegte Trittrahmen mit einander verschraubt werden.

Winkelschienen sind auf den Gruben Centrum bei Eschweiler und Gewalt bei Steele benutzt, man hat daselbst 2 parallele Winkelschienen, mit den Rippen nach aussen, um die Trittlänge auseinander gelegt; der Länge nach sind sie verbunden durch gezahnte Laschen, gegenseitig auf Centrum durch Querstäbe, auf Gewalt nur durch die Tritte. Auf Gewalt hat man in 3 Abtheilungen von 88 Meter dem langen Schenkel eine Länge von 9 Centimeter und eine Stärke von 18, 15 und 11 Millimeter, dem kurzen Schenkel eine Länge von 37, 34 und 26 Millimeter und eine Stärke von 20 Millimeter, also einen Querschnitt von 666, 510, 286 Quadratmillimeter gegeben, wodurch man 13fache Sicherheit erzielt hat[24]). Bei der

[23]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 198. — Ponson a. a. O. Bd. 3. S. 321.

[24]) Lottner, die Fahrkunst auf der Grube Gewalt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1B. S. 131.

Fahrkunst auf der Grube Zollverein bei Essen hat man 4 Winkelschienen angewendet, welche unter sich durch die Rahmen der Bühnen, ausserdem durch Querstangen verbunden sind[25]).

Flache Eisenstangen sind bei der Form der Bühnen in halber Ellipse zu dreien von Havrez angebracht und zwar 2 in der kurzen, 1 in der langen Achse[26]); 4 Flacheisen hat man auf der Steinkohlengrube Oberhausen bei Oberhausen[27]); 2 bei der Kunst von Sars-Longchamps. Zu einem Bündel vereinigt sind 4 flache Eisenstangen bei der alten Fahrkunst zu Przibram. Bei der verlängerten Fahrkunst auf Mariaschacht bei Przibram ist das neue Gestänge aus Bessemerstahl in rechtwinkeligem Querschnitt hergestellt, bei welchem in den verschiedenen Tiefen das Verhältniss der Stärke zur Breite wie 1 zu 2 beibehalten ist[28]).

Wo keine fressenden Wasser vorhanden sind, dürfte Eisen den Vorzug verdienen, zumal es hier nur absolute Festigkeit zu leisten hat. Aus einander gerückte Stangen sind am zweckmässigsten und bei grösseren Bühnen empfehlen sich jedenfalls die an den Ecken der Bühnen angebrachten Winkelschienen mehr, als Rund- und Flachstäbe.

III. Hubhöhe, Tritte und Bühnen.

Am Harz hat man den älteren Künsten 1,25, den neueren 1,75 Meter Hub gegeben; die Gestänge der zweitrümigen Künste sind so weit auseinander gerückt, dass die Ränder der gegenüber liegenden Tritte 73 Centimeter von einander entfernt stehen, um dazwischen eine Fahrt anzubringen, welche im Nothfall benutzt werden kann; dabei sind die Tritte klein. Dieselben haben 26 Centimeter Breite und 31 Centimeter Länge. Man hat dadurch für die Fahrenden eine Verbesserung und Erleichterung hergestellt, dass man die Tritte, welche früher unmittelbar am Gestänge befestigt waren, angemessen, etwa 10 bis 13 Centimeter, vom Gestänge abrückt[29]).

Als Minimum für die Dimensionen der Tritte lässt sich die Breite von 26, die Länge von 31 Centimeter betrachten, während 47 und 52 Centimeter für einen Mann sehr ausreichende Dimensionen sind.

Die Cornischen Künste haben 3,75 Meter Hub, die Tritte bei den doppelttrümigen Künsten von Tresavean 39 Centimeter im Quadrat mit 18 Centimeter Entfernung von einander, von United Mines 39 und 47 Centimeter mit 16 Centimeter Spielraum. Bei eintrümigen Künsten sind zu jeder Seite des Gestänges feste Trittbühnen in der Entfernung des Hubes angebracht.

---

[25]) Ebenda. Bd. 8A. S. 198.

[26]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 190.

[27]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9A. S. 190.

[28]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 203.

[29]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 88.

Die Fahrkunst auf Grube Centrum bei Eschweiler hat 2,197 Meter Hub, Tritte von 29 zu 42 Centimeter, welche 10 Centimeter Spielraum gegen die Trittbühnen haben.

Auf der Grube Gewalt bei Steele hat man der Fahrkunst 3 Meter Hub gegeben, den Tritten eine Länge von 65 Centimeter, eine Breite von 56 Centimeter und nur einen Zwischenraum von 26 Millimeter, wodurch das Uebertreten der Fahrenden von einer Bühne zur anderen sehr erleichtert wird; da es dabei aber sehr leicht vorkommen kann, dass der Ausfahrende mit irgend einem Körpertheile an den Tritt des nach Unten gehenden Gestänges anstossen kann, hat man den vorderen Theil der Tritte mit nach Oben aufklappenden Charnieren befestigt, so dass bei einer Berührung der Fahrende sich nicht verletzen kann.

Warocqué hat seinen Fahrkünsten 3 Meter Hub gegeben und lässt 8 einfache Hübe in der Minute machen, so dass die Geschwindigkeit 24 Meter in der Minute beträgt; die Fahrkünste zeichnen sich durch sehr grosse Bühnen, welche 2 ausfahrende und 2 einfahrende Männer aufnehmen, aus, dieselben sind zur Sicherheit der Fahrenden mit einem Geländer umgeben. Diese Geländer sind unter den gegebenen Verhältnissen zwar zweckmässig, lassen sich aber zu Gunsten der Anlagekosten und der zu bewegenden Last vermeiden, wenn der Schacht gehörig ausgekleidet und der Spielraum zwischen den Tritten und zwischen diesen und den Stössen auf ein Minimum reducirt wird. Guinotte hat die Hubhöhe auf 5 Meter, die Zahl der Hübe in der Minute auf 10, also die Geschwindigkeit auf 50 Meter in der Minute erhöht; ausserdem hat er durch Anbringung der Expansion an die Betriebsmaschine den Dampf- und somit den Kohlenverbrauch wesentlich vermindert[30]).

Die eintrümigen Künste auf Zollverein und Oberhausen haben 4 Meter Hub; auf Zollverein sind die 1,177 Meter langen, 59 Centimeter breiten Tritte durch einen mittleren Steg getheilt, von dessen Seite je ein Einfahrender und ein Ausfahrender auftritt, die festen Bühnen haben bei gleicher Länge 1 Meter Breite, der Spielraum beträgt 39 Millimeter. Auf Oberhausen haben auf dem 58 Centimeter breiten, 1,75 Meter langen, in der Mitte gleichfalls durch einen Steg getheilten Tritt vier Mann Platz, die feste Bühne, welche gegen den Tritt 10 Centimeter Spielraum hat, ist 1,25 Meter breit. Ganz wie auf Oberhausen ist die Kunst auf der Grube Glückauf bei Dortmund construirt.

Das Material für die Bühnen und Tritte ist in der Regel Eichenholz, von 39 bis 52 Millimeter Dicke, Warocqué wendet geriefeltes Eisenblech an. Die Tritte werden auf dreieckigen Trägern oder auf viereckigen Rahmen, bei Warocqué auf einem Balkenkreuz, bei Havrez auf hufeisenförmig gebogenen Winkeleisen, welches innerhalb der drei Flachschienen liegt, befestigt.

---

[30]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 219.

Zur Sicherung der Fahrenden hat man bei geringem Spielraum der Tritte, wie schon erwähnt, denselben aufklappende Theile gegeben, welche durch Charniere von Rothkupfer oder, wie bei Havrez, von Leder hergestellt sind. Bei grösserem Spielraum, wie auf Zollverein, Glückauf, Oberhausen, hat man von den Kanten der beweglichen Tritte sowohl, wie der festen Bühnen aus in 70 Grad geneigte Bretter angebracht, so dass eine plötzliche Berührung des Fahrenden durch die Tritte und Bühnen nicht stattfinden kann.

Ueber jedem Tritt befindet sich in Brusthöhe des Fahrenden ein Handgriff, an welchen man sich beim Uebertreten festhält.

IV. Andere Einrichtungen im Schachte.

Die Stellung der Fahrkunst im Schachte muss so gewählt werden, dass ein möglichst geringer Spielraum zwischen den Tritten und Schachtstössen übrig bleibt, ausserdem aber auch eine Fahrt angebracht werden kann, welche nothwendig ist, um Behufs Vornahme von Reparaturen in den Schacht zu gelangen, und um den Fahrenden in jedem Falle die Möglichkeit zu geben, die Fahrkunst verlassen zu können.

Im Allgemeinen ist die Stellung des Fahrenden so, dass er mit dem Gesicht dem Gestänge zugekehrt ist; abweichend hiervon steht der Fahrende auf der Grube Gewalt zwischen den beiden Gestängen und hat dieselben also seitwärts, was von der Stellung der bewegenden Maschine und anderen Bedingungen abhängig war.

Die Sicherung des Fahrenden gegen die Berührung durch die Tritte ist bereits erwähnt, gegen das Unterfassen unter die Schachtzimmerung wird er bei Warocqué durch das Geländer gesichert; Havrez brachte anfänglich zu diesem Zweck einen 1,5 Meter hohen Mantel von verzinktem Eisenblech an, weil derselbe aber zu viel Lärm machte, ersetzte er ihn später durch einzelne Korbreifen. Im Allgemeinen genügt es, den Schacht sorgsam mit Brettern auszukleiden, so dass ein Unterfassen überhaupt unmöglich gemacht wird.

Um dem Fahrenden jeder Zeit Gelegenheit zu geben, sich mit dem Maschinenwärter über Tage zu verständigen, sind Signale erforderlich, welche beliebig construirt sein können, aber immer an dem Gestänge unmittelbar angebracht sein müssen, damit sie dem Fahrenden schnell zur Hand sind.

Leitungen für das Gestänge sind in tonnlägigen Schächten unentbehrlich, aber auch in seigeren Schächten anzubringen, besonders dann, wenn die Kunst so construirt ist, dass die Bühnen seitwärts vom Gestänge vorstehen. Dabei hat man zu unterscheiden, ob die Bühnen auf Doppelhub von einander entfernt sind oder nur auf einfachen Hub; im ersteren Falle lässt sich für Anbringung der Leitung der Raum benutzen, der von keiner Bühne durchlaufen wird, im anderen muss man die Fahrungen an die

Hinter-, beziehungsweise Aussenseite des Gestänges legen, was auch immer bei tonnlägigen Schächten geschehen muss und im ersteren Falle gleichfalls geschehen kann.

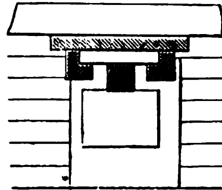
Für den ersten Fall giebt die Kunst auf der Grube Gewalt ein Beispiel, wo das eine Gestänge hart an der Zimmerung, das andere davon entfernt spielt.

Havrez nimmt bei seiner Kunst mit Gestänge von Flacheisen und hufeisenförmigen Bühnen, welche bei 3 Meter Hub eben so weit von einander entfernt liegen, Stücke wie in Fig. 621, welche die vordere Flach-

Fig. 621.



Fig. 622.



schiene umgreifen und an der Schachtzimmerung befestigt sind; an diesen Stellen sind an den Bühnen Schleissschienen angebracht und durch Schrauben mit versenkten Köpfen befestigt; solche Führungen sind in Entfernungen von 12 bis 15 Meter vorhanden.

Bei den Künsten in Cornwall hat man entweder hinten ein Querstück, welches in langen nutenförmigen Leitungen geht, Fig. 622, oder lange

Fig. 623.

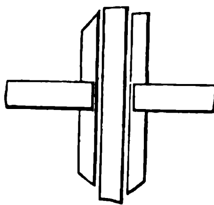
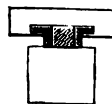


Fig. 624.



Schleppschienen in kurzen Nuten gehend, Fig. 623 und 624, wo das Gestänge selbst noch mit schwachen Schleppschienen belegt ist.

Bei der Kunst auf der Grube Glückauf hat man gusseiserne Rinnen, worin sich Schlitten, die am Gestänge befestigt sind, bewegen; die Rinnen sind 3,75 Meter lang und liegen von 12 zu 12 Meter.

Die Ausgleichung der Gewichte erfolgt bei doppelten Künsten am Harz theils durch Gleichgewichtsbalanciers, theils durch Sicherheitsrollen zwischen den beiden Gestängen, wodurch die Führung an dieser Stelle unterbrochen wird, so dass es besser ist, je eine Sicherheitsrolle zur Seite zu legen. Weil hierbei die Lager für die Rollen oft nicht gut anzubringen sind, giebt Havrez beiden Rollen eine gemeinschaftliche Welle

und lässt diese durch das Schachttrum hindurchgehen, wodurch an dieser Stelle die Bühnen etwas weiter aus einander stehen.

Um die Ketten, welche Querarme des Gestänges ergreifen, immer gleichmässig gespannt zu halten, hat man zu Przibram zwischen die Stange, wo das Ende der Kette liegt, das Querhaupt und die haltende Mutter eine Spiralfeder angebracht, welche die Spannung der Kette bewirkt. Havrez benutzt zu ähnlichem Zweck eine Spiralfeder, welche auf die Rollenlager wirkt, was aber schlechter, als die Einrichtung zu Przibram, erscheint; übrigens dienen bei ihm die Kettenscheiben auch noch zur Gestängeleitung durch ihre vorspringenden Ränder.

Nach Moissenet hat bei der Kunst auf United Mines jedes Gestänge ausserhalb eine Zahnstange, welche 63 Centimeter von einander stehen und ein Zahnrad zwischen sich nehmen, welches mittelst 5 Meter langen Stangen an einem kleinen Balancier mit Hebelsarmen von 0,625 und 2,5 Meter hängen, deren langer Arm mit etwa 80 Centner belastet ist.

Bei eintrümigen Künsten muss man Contrebalancen anbringen, entweder Ketten über Rollen mit Gewichtskasten, wie z. B. zu Oberhausen[31]), oder Balanciers. Eine Contrebalance über Tage ist zur Sicherheit nicht ausreichend, höchstens zur Regulirung der Bewegung, auch bringt man in Cornwall immer deren mehre an, auch bei der 235 Meter langen Kunst der Grube Glückauf hat man einschliesslich der über Tage drei, bei der 240 Meter langen Kunst der Grube Oberhausen hat man ausser der Belastung des Balanciers über Tage bei 180 Meter Tiefe ein Gegengewicht. Die Kunst auf der Grube Zollverein hat nur über Tage eine Balance; es sind 55 Bühnen zu je 2 Mann, also für 110 Mann vorhanden, das eigene Gewicht der Kunst mit dem von 55 Mann ist abgewogen, wobei man 3 Perioden zu unterscheiden hat: 110 Mann fahren ein, davon wirken 55 als Last, die Kunst geht leer zurück; es fahren 55 Mann ein, 55 aus, wobei man das günstigste Belastungsverhältniss erreicht; es fahren 110 Mann aus, wovon 55 durch die Maschine gehoben werden müssen; die grösste zu hebende, wie die grösste zu bremsende Last ist also 55 Mann.

Fahrten sind aus den schon erwähnten Gründen bei jeder Fahrkunst anzubringen. Auf den Schächten Schmid und Bolze bei Eisleben hat man eine vollständige Sprossenfahrt zwischen zwei der Seile oder Stangen gestellt; zu Dolcoath hat man die Sprossen am Gestänge selbst angebracht, um bequem zu diesem gelangen zu können. Seitwärts hat man die Fahrten besonders bei eintrümigen Künsten mit festen Tritten; zwischen den beiden Gestängen findet man sie am Harz.

Um bei etwaigen Brüchen Unglücksfälle zu verhüten, hat man, wie bei Pumpengestängen, Fanglager angebracht, wobei ähnliche Erwägungen gelten, wie bei den Leitungen; solche Fanglager bestehen aus über ein-

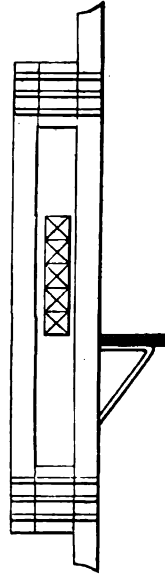
---

[31]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9 A. S. 190.

ander gelegten Balken, auf welche die am Gestänge angebrachten Fangböcke aufschlagen, wie z. B. bei der Kunst der Grube Fowey Consols, Fig. 625.

Die Verbindung der Gestänge mit der Maschine geschieht bei Holzgestängen, wie bei Pumpengestängen. Bei den Harzer Gestängen aus 2 parallelen Drahtseilen werden diese zwischen Holzstücken durch Schraubenbolzen festgeklemmt, die Bekleidungsschienen vermitteln die Verbindung. Die beiden Winkelschienen des Gestänges auf der Grube Gewalt sind oben durch eine kurze Welle verbunden, indem die Winkelschienen oben sich zu Augen erweitern, in welche die Welle eingreift; an der Welle befinden sich zwei Schienen, welche zu den Kunstkreuzen führen, so dass zugleich eine Art von Gelenk entsteht. Wenn das Gestänge aus 3 und 4 Stangen besteht, giebt man am besten oben ein Stück mit 3, beziehungsweise 4 Armen, in dessen Mitte die Zugstange eingreift, und an deren Enden die Stangen mittelst Mutterschrauben gehalten werden.

Fig. 625.



Auf- und Abtreten der Arbeiter. Bei der doppelten Kunst mit doppelter Hubentfernung der Tritte erreicht nur das eine Gestänge mit seiner aufwärts gehenden Trittbühne die Hängebank, beziehungsweise die Stelle zum Auf- und Abtreten, während das andere von einem festen Tritt umgeben ist, auf diesem steht der Fahrende und tritt auf das andere Gestänge über, wenn dessen oberste Bühne hinaufkommt, auf dieser wird der Fahrende in den Schacht gesenkt und trifft nach Vollendung des Hubes die erste bewegliche Bühne des ersten Gestänges, auf die er übertritt, beim nächsten Hube geht er von hier auf die zweite Bühne des zweiten Gestänges u. s. f. Aehnlich ist die Einrichtung für die Ausfahrenden.

Bei der doppelten Kunst mit einfacher Hubentfernung der Tritte, welche gleichzeitig zum Ein- und Ausfahren benutzt wird, sind zwei Niveaus zum Auf- und Abtreten erforderlich, den Tritten mit ungerader und gerader Ziffer entsprechend: nur das eine Niveau kann wie beim vorhergehenden Fall eingerichtet sein, das andere muss man seitwärts betreten und verlassen, weil hier eine bewegliche Bühne collidirt.

Bei der einfachen Kunst ist das Auf- und Abtreten von selbst gegeben, indem der Fahrende auf die oberste feste Bühne tritt und von hier aus auf die erste bewegliche Bühne des Gestänges überschreitet.

V. Maschinelle Vorrichtungen.

a. Bei Krummzapfen-Bewegung.

1. Doppelte Fahrkunst.

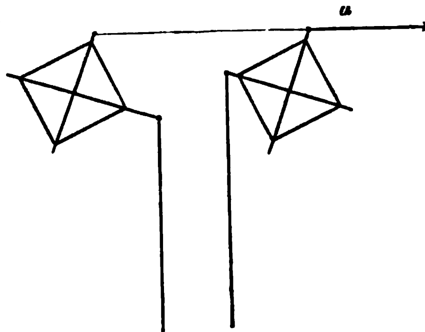
Wenn der Motor ein Wasserrad ist, so kann dasselbe stehen:

aa. in der Richtung des beide Tritte trennenden Raumes, in welchem Falle mittelst der um 180 Grad verwendeten Krummzapfen jederseits ein halbes Kreuz bewegt wird;

bb. in der Richtung der Verbindungslinie beider Gestänge, dann erfolgt am Harz die Bewegung mittelst eines ganzen und eines halben Kreuzes oder auch wohl zweier ganzen Kreuze, an deren zugewendeten Armen die Gestänge hängen, wie in Fig. 626, wo a die Zugstange ist.

Bei langen und schweren Künsten genügt zur Ausgleichung der Winkelgeschwindigkeit das Wasserrad allein nicht, man muss dann noch

Fig. 626.



ein Schwungrad anbringen, so z. B. bei der Fahrkunst auf der Grube Furth bei Aachen[32]), auf der Grube Fowey Consols[33]), wo das Schwungrad 280 Ctr. wiegt und dreimal so schnell läuft, wie das Wasserrad.

Wenn der Motor eine Dampfmaschine ist, so treten ähnliche Beziehungen ein. Die Kolbenstange setzt für grössere Hübe mittelst Vorgelege ein Zahnrad in Bewegung, welches als Kurbelscheibe dient, und von diesem aus führt eine Bläuelstange zu den Kreuzen.

Bei horizontaler Lage der Bläuelstange erhält man Einrichtungen wie in Fig. 627 auf Schacht Schmid oder wie in Fig. 628 auf Schacht Bolze bei Eisleben, bei verticaler Lage derselben, wie in Fig. 629, auf Grube Gewalt bei Steele; besonders im letzteren Falle muss man, da die beiden Hälften des Kreuzes A sich ziemlich ausgleichen, noch das Gewicht des

---

[32]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 198.

[33]) Moissenet, cornische Fahrkünste in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 226.

Kreuzes B abbalanciren, weil sonst die Kunst rascher geht, wenn B sinkt; es ist dann am besten, wie es auf Gewalt geschehen ist, Gegengewichtsplatten in den Sectoren des Zahnrades anzubringen, welche der Warze diametral gegenüber liegen:

Fig. 627.

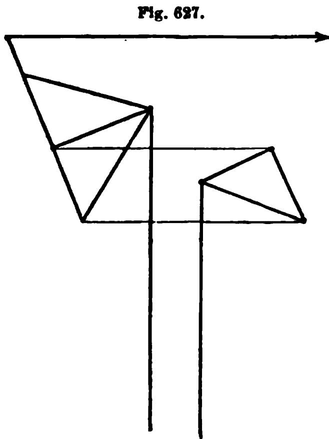


Fig. 628.

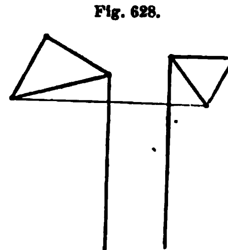
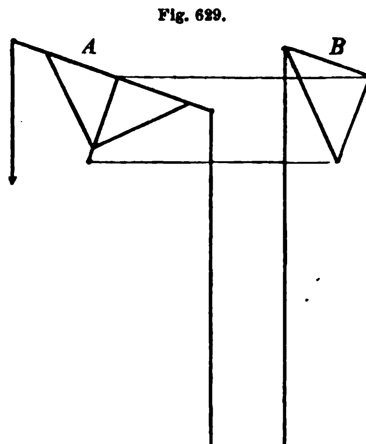


Fig. 629.



Wegen der Schwierigkeit der Verlagerung nicht ausgeführt ist der Vorschlag vom Baurath Dieck, durch eine Welle mit zwei Vorgelegen zwei Zahnräder mit um 180 Grad verstellten Warzen bewegen zu lassen; diesen Vorschlag wiederholt Kamp und hat ihn im Modell ausgeführt, weil er stehende Dampfmaschinen anwenden will.

2. Einfache Fahrkunst.

Bei einfachen Fahrkünsten und Anwendung von Dampfmaschinen als Motor geht das Kreuz in einen Balancier über, wie auf den Gruben Zoll-

verein, Oberhausen, nur bei grosser Entfernung der Maschine behält man das Kreuz bei, wie auf den Gruben in Cornwall, wo der verticale Arm des Kreuzes hin- und hergezogen wird. Den vom Gestänge abgewendeten Arm des Kreuzes oder Balanciers belastet man mit Gegengewichten. Auf Zollverein hat der Balancier das Armverhältniss von 3 : 4, am längeren Arm hängt die Kunst.

Da in allen diesen Fällen die Endpunkte der Kreuze oder Balanciers Bogen beschreiben, so muss man geeignete Vorkehrungen treffen, die geradlinige Richtung der Gestänge zu erhalten. Das kann geschehen entweder durch Bogenstücke mit aufgelegten Laschenketten, an denen die Gestänge hängen, wie auf den Schächten Schmid und Bolze, oder durch lange Verbindungsstangen, welche allein oscilliren, während die Gestänge in Schlitten gleiten, wie auf der Grube Gewalt, oder am besten ohne Zweifel durch Aufhängen mittelst Parallelogramm.

Den Kreuzen und Balanciers giebt man Fanghörner, um bei einem etwaigen Bruch in denselben die Gestänge aufzufangen.

Nothwendig ist es, eine Bremsvorrichtung an den Motoren anzubringen mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit der Last, insbesondere beim Einfahren, wo das eigene Gewicht der Mannschaft, insofern nicht gleichzeitig ausgefahren wird, sehr bald zur Ueberwindung der Bewegungshindernisse genügt und die motorische Kraft ganz abgestellt werden kann. Schraubenbremsen sind hierzu am besten, die man an die Triebwelle legen kann, während man ausserdem für plötzliche Unfälle noch eine mit dem Fuss auszulösende Backenbremse am Schwungrade oder am Umfange des Wasserrades anbringt. Ausserdem hat man bei den Dampfmaschinen als Mittel zur Regulirung die Stellung des Dampfzulassungsventils, sowie das Steuern mit der Hand. Selbstthätig darf die Maschine nur beim Ausfahren steuern, indem die Regulirung durch ein konisches Pendel erfolgt, aber auch hier darf der Wärter sich niemals von seinem Platze entfernen.

Ob man eine besondere Maschine zum Betriebe der Fahrkunst anwendet oder zeitweilig dazu die Fördermaschine benutzt, ist an locale Umstände gebunden; bei grösseren Gruben ist indess wohl immer das Erstere vorzuziehen. Dagegen werden besondere Dampfkessel wohl selten erforderlich sein, da während der Benutzung der Fahrkunstmaschine in den meisten Fällen die Förderung ruht.

Zu erwähnen dürfte noch der Vorschlag von Lorimier[34]) sein, welcher für indirect wirkende Maschinen hydraulische Transmission anwenden will, um nach jedem Hube eine wirkliche Pause zum ruhigen Uebertreten der Fahrenden eintreten zu lassen. — Schoenemann schlägt

[34]) Revue universelle des mines etc. 2 série, tome V. p. 132. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 71. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1880. S. 99. — Dingler polyt. Journal. Bd. 236. S. 454.

eine Einrichtung vor, wie sie von Blanchet zur Förderung benutzt und oben S. 247 erwähnt ist. In dem Schacht, welcher mit eisernen Röhren oder kreisrunder Cementmauer ausgekleidet ist, bewegt sich zur Aufnahme der Fahrenden ein dreietagiges Fördergerippe, welches gegen die Schachtwandung abgedichtet wird; unter das Gerippe wird comprimirte Luft geführt und dadurch dessen Aufgang bewirkt, während, wenn man die comprimirte Luft wieder ableitet, das Senken des Gerippes veranlasst wird[35]). — Beide Vorschläge sind bisher nicht zur Ausführung gelangt.

b. Bei directer Bewegung.

Bei directer Uebertragung der Bewegung von dem Motor auf das Gestänge werden nur Dampfmaschinen angewendet. Für doppelte Fahrkünste ist hierbei insbesondere nöthig, Vorsorge zu treffen, dass die beiden Gestänge ihre alternirende Bewegung vollständig übereinstimmend zurücklegen, was bei Krummzapfenbewegung von selbst geschieht, und dass gehörige Bremsvorrichtungen angebracht werden. Es haben sich dabei folgende verschiedene Systeme ausgebildet.

1. Beim System von Warocqué bedient man sich einer doppeltwirkenden Hochdruckmaschine mit Kataraktsteuerung, die man aber wegen des oft unregelmässigen Anhebens stets mit der Hand steuern muss, wie auch bei allen anderen Systemen. Die Uebertragung und Regulirung der Bewegung erfolgt durch den s. g. hydraulischen Balancier, welcher aus 2 oben offenen, unten verbundenen Cylindern besteht, in denen sich Kolben, deren Stangen unten durch Stopfbüchsen gehen, bewegen; in den Cylindern befindet sich Wasser, welches durch eine kleine Druckpumpe ersetzt wird, wenn ein Theil fallen gelassen wird; oben sind die Cylinder durch einen Trog verbunden, der gleichfalls mit Wasser gefüllt ist, damit auch oben die Kolben stets vom Wasser bedeckt bleiben. Der hydraulische Balancier wird durch die Maschine direct in Bewegung gesetzt, indem der eine Kolben unmittelbar mit dem Dampfkolben in Verbindung steht; an den Kolbenstangen sind die Gestänge der Fahrkunst angeschlossen. Als Bremsvorrichtung soll eine Art Drosselklappe in dem unteren Verbindungsrohr dienen, obwohl dieselbe nach Ponson bei der Fahrkunst zu Mariémont nicht zur Anwendung gelangt sein soll. Die Einrichtung hat das Schwierige, dass die Füllung des hydraulischen Balanciers nicht genau stimmend erhalten werden kann. Eine Fahrkunst nach dem System Warocqué ist im Jahre 1872 auf der Grube Hostenbach bei Saarbrücken eingebaut; sie wird täglich von einer 300 Mann starken Belegschacht bisher ohne Unfall benutzt und bietet durchaus befriedigende Resultate[36]).

---

[35]) Glückauf. Essen 1877. No. 16.

[36]) von der Kall in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 342. — Dingler polyt. Journal. Bd. 239. S. 348. — Der Berggeist. Köln 1881. No. 24. 25.

2. Das System zu Seraing ist wesentlich nach Andeutungen von Combes ausgeführt und auch, mit wenigen Abänderungen, zu Przibram bei der älteren Fahrkunst benutzt. Die Maschine besitzt 2 einfach wirkende Hochdruckcylinder, deren Kolbenstangen oben durch eine Laschenkette verbunden sind, welche über 2 schräg gestellte kleinere Rollen und halb um eine grosse Kettenscheibe führt; die letztere trägt auch eine Bremse. Ausserdem ist ein Wasserregulator, fälschlich comprimeur genannt, vorhanden; dies ist ein Cylinder ähnlich dem Dampfcylinder, welcher unter einem der Dampfcylinder über dem Gestänge steht, dessen oberste Bühne nicht zu Tage kommt, er enthält einen Kolben und ist mit Wasser gefüllt, welches über und unter dem Kolben communiciren kann, indem vom obern zum unteren Ende des Cylinders ein mit einem Absperrhahn versehenes Rohr führt. Die Kolbenstangen der Dampfcylinder gehen durch den Fuss derselben, beziehungsweise den Regulator hindurch und sind an dem unteren Ende mit dem Gestänge verbunden.

Zu Przibram besteht der Regulator aus 2 Cylindern neben dem einen Dampfcylinder, ein gemeinschaftliches Querhaupt verbindet oben die 3 Kolbenstangen; ein aufrecht stehendes Rohr gabelt sich nach dem oberen und unteren Ende der beiden Wassercylinder und hat in der Mitte einen Hahn. Die Einrichtung ist zwar complicirter, als zu Seraing, vermeidet aber jede Biegung der Dampfkolbenstange.

3. System vom Schacht du Pré der Grube Gourd Marin bei Rive de Gier[37]). Es sind 2 einfach wirkende Dampfcylinder vorhanden mit einem hydraulischen Balancier darunter; zwischen den Pumpenstiefeln des Balanciers befindet sich eine Welle, welche 2 Kettenscheiben trägt, über welche Ketten zu den Gestängen gehen. Jedes Gestänge besteht aus 4 runden Stäben, die oben zusammengezogen und am Kreuzkopf der Kolbenstange befestigt sind.

4. Bei dem System von Havrez sind 2 einfach wirkende Dampfcylinder vorhanden, an denen als Steuerung ein Wilson'scher Drehschieber angebracht ist. Die Verkuppelung der Gestänge mit den Kolbenstangen erfolgt durch lange Zahnstangen, welche zwischen der Kolbenstange und dem dreiarmigen Träger des aus 3 Flachschienen bestehenden Gestänges eingeschaltet und an den äusseren Seiten durch Frictionsrollen geführt sind; die Zähne sind halb in die Wangen eingelassen, eben so die Zähne des zwischen beiden Zahnstangen liegenden Getriebes halb in die Kränze; das Getriebe besteht aus schmiedeeisernem Zahnkranz, welcher auf der gusseisernen Radscheibe aufgezogen ist. Dasselbe setzt mittelst Warze und Lenkstange den Kolben eines Regulators (comprimeur) in Thätigkeit, welcher indess selten benutzt wird, weil zur Regulirung schon die gewöhnliche Steuerung ausreicht. Zahnstange und Getriebe sind schwierig herzustellen, bedürfen des besten Materials und dennoch treten bedeutende

---

[37]) Berg- u. hüttenm. Ztg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 240.

Vibrationen ein. Neuerdings nimmt Havrez zur Führung der Zahnstange, statt Rollen, Gleitschienen (glissières) aus massivem Eisen mit einem Falz für die Zahnstange in der Mitte; ein solche Einrichtung soll sich indess in Przibram sehr schlecht bewährt haben, so dass das ganze System, da es vorzüglichster Ausführung bedarf, um gut zu arbeiten, nicht empfohlen werden kann.

VI. Effectberechnung und Leistungen.

Wenn L die Tiefe des Schachtes, beziehungsweise die Länge der Fahrkunst ist, a die Höhe des Hubes, so ist im Allgemeinen die Zahl der nothwendigen Bühnen

$$N = \frac{L}{a}$$

sowohl bei einfach, wie bei doppeltwirkenden Fahrkünsten, wenn bei letzteren gleichzeitig aus- und eingefahren wird. Wenn e die Zahl der Spiele (Doppelhub) in der Minute bei doppelt wirkender, e, bei einfach wirkender Kunst ist, so kommt bei der ersten Kunst der zuerst auftretende Arbeiter, welcher nur $\frac{N}{2}$ Bühnen zu passiren hat, zum Tiefsten in

$$\frac{\frac{N}{2}}{e} \text{ Minuten}$$

bei jedem Spiel tritt ein neuer Arbeiter auf, n Arbeiter gebrauchen also $\frac{n}{e}$ Minuten und die ganze Zeit, welche zum Niederbringen sämmtlicher Leute nöthig ist, beträgt in Minuten

$$t = \frac{\frac{N}{2} + n}{e}$$

wogegen bei der einfach wirkenden Kunst

$$t_1 = \frac{N + n}{e_1}$$

Wenn $t = t_1$ wird, so hat man

$$e_1 = 2e \cdot \frac{N + n}{N + 2n}$$

d. h. e_1 ist stets kleiner als 2e und zwar bei gleicher Tiefe des Schachts um so kleiner, je grösser n.

Bei der doppelten Kunst sind $\frac{N}{2}$ Bühnen besetzt, bei der einfachen N Bühnen, jene macht in der Minute 2e, diese e_1 Spiele, so dass die mechanische Arbeit sich für die doppelttrümige Kunst berechnet zu

$$P\,u = \frac{N}{2}\, 2 \cdot e \cdot a \cdot 140 \text{ Pfund}$$

für die eintrümige

$$P_1\,u = N \cdot e_1 \cdot a \cdot 140 \text{ Pfund}$$

die Stärke der Maschine muss in der Weise gewählt werden, dass ihr Wirkungsgrad 0,45 bis 0,50 des mechanischen Effects beträgt.

Die Geschwindigkeit nimmt man etwa 37,5 Meter in der Minute d. h. 5 Doppelhübe zu je 3,75 Meter, die Fahrkunst auf der Grube Zollverein macht 5 bis 6 Doppelhübe zu je 4 Meter, also 40 bis 48 Meter in der Minute, die Fahrkunst von Havrez macht 10 Doppelhübe zu je 3 Meter. Eine nach Warocqué's System erbaute Fahrkunst auf der Grube Hostenbach macht in der Minute $2^1/_2$ Doppelhübe, wobei 20 Meter zurückgelegt werden, so dass also jeder Hub 8 Meter beträgt[38]. Nach Hartig[39]) ist die mittlere Geschwindigkeit der Fahrkünste bei Dampfmaschinen mit grossem Hub 0,95 Meter in der Sekunde, am Harz nur 0,35 Meter.

Wird die Zahl von 5 Doppelhüben in der Minute zu Grunde gelegt und die Hubhöhe zu 3 Meter angenommen, so legt der Einfahrende mit jedem Doppelhube $2 . 3 = 6$ Meter, in der Minute also 30 Meter zurück und gelangt also bei einer Tiefe des Schachtes von 240 Meter in $\frac{240}{30} = 8$ Min. zum Tiefsten; mit jedem Hube folgt ein anderer Arbeiter, also in einer Minute 5 Mann; um daher eine Belegschaft von 500 Mann einzufördern, sind $8 + \frac{499}{5} = 107{,}5$ Minuten oder 1 Stunde $47^1/_2$ Minute erforderlich, so wie dieselbe Zeit zum Ausfahren.

Rechnet man für das Einfahren auf der gewöhnlichen Fahrt in eine Tiefe von 240 Meter 30 Minuten, für das Ausfahren 1 Stunde und nimmt 6 Meter lange Fahrten an, auf denen sich immer 3 Mann zu gleicher Zeit befinden, so brauchen die zweiten 3 Mann $\frac{30}{\frac{240}{6}} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$ Minuten mehr, weil sie vor dem Auftreten so lange warten müssen, bis die ersten 3 Mann die erste Fahrt verlassen haben; die ganze für 500 Mann erforderliche Zeit wird daher sein

$30 + \left(\frac{500}{3} - 1\right) . \frac{3}{4} = 154^1/_4$ Minuten oder 2 Stunden $34^1/_4$ Minuten,

während dieselbe Belegschaft zum Ausfahren $60 + \left(\frac{500}{3} - 1\right) . \frac{60}{40} = 308^1/_2$ Minuten oder 5 Stunden $8^1/_2$ Minuten gebraucht.

Aus der Vergleichung der Zahlen ergiebt sich, wie erheblich die Zeitersparniss beim Ein- und Ausfahren der Belegschaft bei so tiefen Schächten auf der Fahrkunst im Vergleich zur Benutzung der Fahrten ist, und wie gross der Vortheil ist, wenn man die Schichtzeit der Arbeiter durch einen geringeren Zeitaufwand bei Zurücklegung des Weges zur Arbeit wesentlich

---

[38]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 303; Bd. 23 B. S. 117.

[39]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 443. No. 26.

verlängern kann; ausserdem aber wird die Arbeitsleistung noch beträchtlich dadurch beim Benutzen der Fahrkunst erhöht, dass die Kräfte der Fahrenden nur in geringem Masse in Anspruch genommen werden, während dieselben beim Ein- und Ausfahren auf der Fahrt stark angegriffen und dem Arbeitseffect entzogen werden.

Dennoch ist die Benutzung der Fahrkünste nur eine beschränkte geblieben, weil nicht nur die Anlagekosten der Fahrkunst und der Kraftmaschine sehr bedeutende sind, sondern auch ein besonderes Trum im Schachte zu deren Anlage erforderlich wird, und die Betriebskosten sehr bedeutende sind.

C. Fahrung am Seil.[40])

Wegen der grossen Kostspieligkeit der Fahrkünste geht man mehr und mehr auch bei uns zu dem auf den englischen Steinkohlengruben ganz allgemein üblichen Fahren auf dem Seil über, d. h. dem Ein- und Ausfördern der Belegschaft mittelst der gewöhnlichen Fördermaschine auf der Förderschale; man erreicht dadurch den doppelten Zweck, dass die Arbeiter ohne jegliche körperliche Anstrengung die Schachtfahrt zurücklegen und dazu eine viel geringere Zeit gebrauchen, als beim Benutzen der Fahrten. Auch im Freiberger Revier ist in neuester Zeit auf junge hohe Birke Fundgrube an der Münzbachhütte die Seilfahrung eingeführt[41]).

Auf den englischen Gruben werden Geschwindigkeiten von 3 bis 7 Meter in der Sekunde angewendet, nimmt man im Durchschnitt 4,5 Meter an, so wird die Tiefe von 240 Metern in $53^1/_3$ Sekunden zurückgelegt. Es treten jedes Mal 4 bis 6 Mann auf die Förderschale, nimmt man nur 4 Mann und setzt voraus, dass zweitrümig gefördert wird, dass also, während die leere Schale zu Tage gehoben wird, die andere mit 4 Mann besetzt niedergeht, gestattet endlich zum Auf- und Absteigen 1 Minute Zeit, so bedarf es zum Einlassen von 500 Mann einer Zeit von $(53^1/_3 + 60) \cdot \frac{500}{4} = 14166^2/_3$ Sekunden oder 3 Stunden 56 Minuten $6^2/_3$ Sekunden; wenn 6 Mann jedes Mal auf die Schale treten, so sind erforderlich $(53^1/_3 + 60) \cdot \frac{500}{6} = 9444^4/_9$ Sekunden oder 2 Stunden 37 Minuten $24^4/_9$ Sekunden. Zum Ausfahren ist dieselbe Zeit nöthig, da die eine Schale beim Aufgange mit einer gleichen Zahl Arbeiter, wie die niedergehende Schale, gleichzeitig besetzt werden kann. Mögen 4 oder 6 Mann auf einer Schale stehen, in beiden Fällen wird also eine längere Zeit zum Ein- beziehungsweise Ausfahren nöthig,

---

[40]) Dittges a. a. O. im Berggeist. Köln 1869. S. 77.

[41]) Jahrbuch f. d. Berg- u. Hütten-Wesen im Königr. Sachsen. Freiberg 1881. S. 67.

als bei der Fahrkunst, und es kommt ferner dazu, dass während des Förderns der Belegschaft die Förderung der Kohlen ruhen muss, wenn, wie gewöhnlich, die Fördermaschine zur Seilfahrt benutzt wird; dagegen hat die Seilfahrt den Vortheil, dass die Belegschaft gar keine körperliche Anstrengung auf die Fahrt zu verwenden hat, und dass die Einrichtungen ohne nennenswerthe Kosten getroffen werden können. — Dabei sei bemerkt, dass Hartig als grösste zulässige Geschwindigkeit 2,54 Meter beim Einfahren und 3,68 Meter beim Ausfahren in der Sekunde angiebt[42]).

In der Regel beschränken sich die Vorkehrungen auf eine gute Leitung der Förderschale, auf die sorgsame Pflege des Förderseils und auf Anbringung sicherer Bremsen an den Förderkörben und dem Schwungrad der Maschine; es sind dies aber Vorkehrungen, welche zu einer prompten und sicheren Förderung gleichfalls stets getroffen werden müssen. Ausserdem bringt man über den Schalen zum Schutze der Fahrenden ein Blechdach an, welches geeignet ist, wenigstens leichtere in den Schacht fallende Gegenstände abzuhalten, wenn auch bei Seilbrüchen das niederfallende Seil das Dach wohl in der Regel durchschlagen dürfte. Fangvorrichtungen finden sich in England an den Förderschalen nicht eben häufig, bei uns werden sie meistentheils angebracht; wo sie sich finden, muss stets für genaue Functionirung Sorge getragen werden.

Ueberhaupt besteht die Hauptsicherheit der Seilfahrt in einer oft und täglich vor der Benutzung vorzunehmenden genauen Revision aller gehenden Theile, namentlich des Seils, der Fangvorrichtung und der Bremsen[43]).

In den meisten Fällen wird, wie gesagt, die Fördermaschine gleichzeitig zur Seilfahrung benutzt, selten findet sich hierzu eine besondere Maschine mit Seil und ausschliesslich zum Seilfahren dienendem Schachttrum. Wenn, wie dies auf den englischen Gruben ganz allgemein der Fall ist, beim Mangel einer besonderen Maschine nicht auch Fahrten in Schachte angebracht sind und ein zweiter Schacht, wie häufig, nicht vorhanden ist, so entsteht die Gefahr, dass bei einem Maschinenbruch die Arbeiter in der Grube festsitzen; noch neuerdings, im Januar 1868, hat sich ein solcher Fall auf der Grube Shamrok bei Bochum, welche ganz nach englischem Muster hergestellt ist, ereignet, wo wegen Unbenutzbarkeit der Maschine die Belegschaft Stunden lang Gefahr lief, nicht zu Tage geschafft werden zu können. Zur Vermeidung solchen Uebelstandes ist auf der Grube Clifton Hall bei Manchester[44]) eine sonst zu anderen Zwecken dienende

---

[42]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 443. No. 43. 47.

[43]) Glückauf. Essen 1875. No. 24. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 270.

[44]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. S. 91.

Dampfmaschine eingerichtet, jeder Zeit zur Fahrung benutzt werden zu können.

In Preussen hat man sich lange gesträubt, die Seilfahrung anzuwenden, weil die unerlaubte Benutzung derselben sehr viel Unglücksfälle herbeigeführt hat und noch herbeiführt, und man in Folge dessen die Ansicht geschöpft hatte, dass das Seilfahren an und für sich gefährlicher sei, als die anderen Fahrungsmethoden. Diese Ansicht ist nicht richtig, denn es verunglückten in England[45]) in den Jahren 1855 bis 1859 im Jahre durchschnittlich 81 Personen beim Fahren auf dem Seil von 227660 beschäftigten Arbeitern, von allen Unglücksfällen betrugen die durch das Seilfahren veranlassten 8,2 Procent; auf die preussischen Verhältnisse übertragen, würden, wenn auf allen Steinkohlengruben Seilfahrung regelmässig stattfände, jährlich im Durchschnitt 8,4 Personen bei der Seilfahrung verunglücken, während bei der Fahrung auf der Fahrkunst, auf der Fahrt und durch unerlaubtes Seilfahren durchschnittlich 7 bis 8 Personen verunglücken, so dass augenscheinlich eine grössere Wahrscheinlichkeit zu Unglücksfällen durch die Seilfahrung nicht geschaffen wird. Man hat deshalb die Fahrung auf dem Seile jetzt überall in Preussen gestattet und zur Aufrechthaltung sichernder Schutzmassregeln gegen Verunglückungen Polizeivorschriften erlassen, wie z. B. das Oberbergamt zu Breslau unterm 29. Juli 1867, das Oberbergamt zu Bonn unterm 7. März 1881[46]). — Auch in anderen Revieren, wo sich die Seilfahrt immermehr ausdehnt, sind Polizeiverordnungen zur Sicherung derselben erlassen, entweder für einzelne Gruben, wie für den Wilhelmschacht zu Oelsnitz bei Lugau[47]), für die Grube Neuprick im Königreich der Niederlande[48]) oder es sind für ganze Bezirke derartige Verordnungen erlassen, wie für die Berghauptmannschaft zu Klagenfurt vom 14. December 1878[49]), für die Berghauptmannschaft zu Krakau vom 28. August 1879[50]), im Hennegau[51]).

Wie bei der Förderung, so ist bei der Seilfahrt eine grosse Sorgfalt auf die Signale und deren Gangbarhaltung zu verwenden. Von den verschiedenen Arten der Signale ist bereits oben S. 204 gehandelt und dabei auch erwähnt, dass man Vorrichtungen angegeben hat, namentlich elektrische Signale, welche ein Signalisiren während der Fahrt, sogar nach einem Seilbruch ermöglichen sollen. Solche elektrische isolirte Leitungen sind als Seele dem Förderseil einverleibt und führen auf dem Förderkorbe

---

[45]) Ebenda. S. 132.

[46]) Dr. Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bd. 22. S. 152.

[47]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 254; Jhrg. 1880. S. 388. — Der Berggeist. Köln 1877. S. 245.

[48]) Dr. Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bd. 19. S. 178.

[49]) Ebenda. Bd. 20. S. 145.

[50]) Ebenda. Bd. 21. S. 279.

[51]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 190.

zu einem Taster, welcher von den Fahrenden gehandhabt wird, um im Falle der Nothwendigkeit den Strom zu unterbrechen, die sonst im Gange befindlichen Signalglocken stille zu stellen und den Maschinenwärter zum Anhalten der Maschine zu veranlassen[52]).

In Belgien erfreuen sich die Fahrkünste einer besondern Beliebtheit, man behauptet sogar, dass das Seilfahren dreimal so viel Opfer erfordert, als das Fahren auf Fahrkünsten; daher kommt es auch, dass Kuborn in seiner Untersuchung über die Krankheiten der Kohlenbergleute zu dem Schluss kommt, dass allen anderen Fahrmethoden die auf den Fahrkünsten vorzuziehen sei[53]), indem er ausführt, dass das Fahren auf Fahrten fortdauernde Anstrengung des Muskelsystems erfordert, bedeutende Ermüdung verursacht und einen grossen Blutzufluss zu den Lungen, sowie eine beträchtliche Beschleunigung der Blutcirculation herbeiführt; die Fahrung am Seil setze den Fahrenden den Gefahren aus, welche ein Seilbruch mit sich führt, während das Fahren auf der Fahrkunst leicht sei und keine Unbequemlichkeit oder Gefahren mit sich führe. Die statistischen Ermittelungen ergeben indess, dass die Fahrkunst viele Gefahren mit sich führt, welchen der Fahrende allerdings durch die eigene Aufmerksamkeit und Besonnenheit meistentheils entgehen kann, wogegen beim Fahren am Seil, welches vom Fahrenden keinerlei Anstrengung erfordert, derselbe aber ohne allen Einfluss auf die ausser ihm liegenden Gefahren bleibt, welche ein Seilbruch, ein Ueberwinden über die Seilscheibe, ein Unterfassen des Förderkorbes unter die Zimmerung u. dgl. m. veranlasst. Aber auch bei Benutzung der Fahrkunst kommen derartige Unfälle vor, wie in den letzten Jahren (1878) auf Himmelfahrt Fdgr. bei Freiberg und Rosenhofen auf dem Oberharze, wo durch unerwartete Gestängebrüche die Fahrenden verunglückten. Die Zahl der Verunglückungen beim Seilfahren ist keineswegs grösser, als bei den anderen Fahrmethoden, und die fortgesetzte Anwendung desselben wird immer grössere Zuverlässigkeit in die Vorbedingung der Seilbenutzung zum Fahren bringen, nämlich in die regelmässige und zuverlässige Revision alles gehenden Zeuges, so wie auch eine sichere und Zutrauen erweckende Fangvorrichtung auffinden lassen. Der Bergassessor Dittges hat sich der Aufgabe unterzogen, zu ermitteln, welche Vortheile und Nachtheile das Fahren am Seil oder auf den verschiedenen Arten der Fahrkünste in technischer, ökonomischer und sicherheitspolizeilicher Hinsicht darbietet und kommt nach eingehender Beschreibung der verschiedenen Systeme und Erörterung ihrer Mängel und Vorzüge zu dem Schluss, dass im Allgemeinen sowohl in technischer und ökonomischer, als in sicherheitspolizeilicher Hinsicht dem Seilfahren der Vorzug einzu-

---

52) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 103. — Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 497.

53) Dr. Kuborn: étude sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs employés aux exploitations houillères en Belgique. Paris 1863. p. 22.

räumen ist; der Mangel liegt allein in dem Umstande, dass die Gefahr durch persönliche Vorsicht nicht gemieden werden kann.

Zur Vermeidung der Gefahren, welche aus der plötzlichen Erschütterung beim Aufsetzen des Förderkorbes für die Fahrenden entstehen können, schlägt Weissleder vor, elastische Gurte anzubringen und darin Bretter zu befestigen, auf welche sich die Fahrenden zu setzen oder zu stellen haben, so dass sie von dem Stosse, welchen der Förderkorb beim Aufsetzen erfährt unberührt bleiben[54]).

Haton de la Goupillière berichtet von einer Fahrmethode, welche nach Raffard auf den Goldgruben von Victoria in Australien in Schächten von höchstens 40 bis 50 Meter Tiefe eingeführt ist. Die Fahrt findet am Haspelseil statt. Der Haspel wird von zwei Bergleuten in Bewegung gesetzt, welche die Kameraden einhängen, indem sich diese in die untere Seilschlinge setzen oder stellen, mit der einen Hand das Förderseil, mit der andern ein danebenhängendes Sicherheitsseil erfassend. Wenn alle Leute eingefahren sind, fährt der eine Haspelführer ein, nachdem der zuletzt unten angekommene Mann an das Förderseil ein mit Erz gefülltes Kübel von etwa 30 Kilogramm Gewicht angeschlagen hat, welches das Gewicht des einfahrenden Bergmannes ausgleichen soll. Der letzte Bergmann entfernt das Kübel, während sein Vordermann auf dem Füllort einen mit Sand gefüllten Sack angehängt und das Sicherheitsseil mit dem Förderseil durch Haken verbunden hat und der letzte Mann über Tage gleichfalls die Verbindung zwischen dem Sicherheitsseil und dem Förderseil hergestellt hat; hierdurch ist ein Seil ohne Ende gebildet, an welchem sich der Bergmann hinablässt, indem der Sandsack zur Ausgleichung seines Körpergewichtes dient[55]).

---

[54]) Glückauf. Essen 1883. No. 76.

[55]) Annales des mines. Paris 1882. t. I. p. 402. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 184. — The Engineering and Mining Journal. Vol. 34. p. 348.

ACHTER ABSCHNITT.

Wetterführung.[1])

Gegenstand der Wetterführung oder Wetterlosung ist die Versorgung der Gruben mit frischer Luft und die Vertheilung derselben auf die Baue; als Anhang gehört hierher die Beleuchtung der Gruben, sowie die Behandlung der Grubenbrände.

Es ist bekannt, dass die Versorgung mit guten Wettern sich im Allgemeinen nur erreichen lässt durch stete Zuführung frischer atmosphärischer und Abführung der verdorbenen Luft, denn unter Tage finden sich einerseits keine der Agentien, durch welche über Tage das Gleichgewicht, der normale Zustand der Atmosphäre wieder hergestellt wird, andererseits aber treten vielfache Ursachen auf, welche beständig die eingetretene Luft verschlechtern. Diese Ursachen sind wesentlich zweierlei Art: 1. Entziehung des Sauerstoffs und dadurch entstehendes Vorwalten des Stickstoffs, 2. Beimengung von Substanzen, welche dem Organismus feindlich, zur Unterhaltung der Verbrennung der Lichter nicht geeignet oder auf irgend eine andere Weise gefährlich und schädlich sind; häufig, wie beim Athmen, gehen beide Ursachen in ihren Wirkungen Hand in Hand. Es ist aber eine der ersten und noch nicht immer ausreichend gelösten Aufgaben der Betriebsführer, für möglichst reine Luft in den Räumen, in welchen sich die Arbeiter zu bewegen haben, Sorge zu tragen, damit von denselben Siechthum fern gehalten und ihre Leistungsfähigkeit erhalten werde.

Die schädlichen Substanzen sind im Wesentlichen: Kohlensäure, leichtes und schweres Kohlenwasserstoffgass (Wasserstoff ist niemals beobachtet worden, eine dasselbe angebende Analyse von einer englischen Grube scheint auf Irrthum zu beruhen); weniger häufig, als die vorstehenden, sind Schwefelwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, brenzliche Stoffe, selten schweflige Säure; ferner sind zu erwähnen die Miasmen aus Zersetzung organischer Körper; in einzelnen Gruben Quecksilber- und arsenikalische Dämpfe; belästigend

---

[1]) A. Devillez: Ventilation des mines. Mons 1875. — André: A Practical Treatise on Coal Mining. London. Vol. 2. p. 454.

wirkt ferner die Sättigung der Luft mit Wasserdampf, wenn dazu Gelegenheit gegeben ist, dem gegenüber in sehr trockenen Gruben die Erfüllung der Luft mit sehr feinen Staubtheilchen steht.

A. Beschaffenheit der Wetter.

Durch besondere Benennungen unterscheidet man gute, matte, schlechte Wetter, je nach dem grösseren und geringeren Gehalt an Sauerstoff, böse Wetter, die dem Organismus feindliche Gase enthalten, gewissermassen activ schlechte, wohin vor allen Dingen die Schwaden gehören, schlagende Wetter, welche durch leichte Entzündlichkeit Gefahr bringen, brandige Wetter, welche mit Verbrennungsprodukten erfüllt sind und zu den activ schlechten gehören.

I. Gute, matte, schlechte Wetter.

Die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, der guten Wetter beträgt nach Wöhler[2]) in 100 Raumtheilen

Stickstoff . . .	78,492
Sauerstoff . . .	20,627
Wassergas . . .	0,840
Kohlensäure . .	0,041

als constanter Bestandtheil, aber in sehr kleinen Mengen findet sich auch Ammoniak. Das specifische Gewicht des Sauerstoffs beträgt 1,1056, des Stickstoffs 0,972, daher setzt sich die atmosphärische Luft nach Gewichtstheilen zusammen aus

Sauerstoff . . .	22,8
Stickstoff . . .	77,2

Ueber die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft enthält die unten angegebene Quelle folgende Analyse:

	nach dem Gewicht,	nach dem Volumen,
Stickstoff	75,55	79
Sauerstoff	23,32	21
Wassergas .	1,03	—
Kohlensäure	0,10	—

Der Gehalt an Wassergas und Kohlensäure schwankt, je nachdem die Temperatur der Luft höher oder niedriger ist[3]).

Im Allgemeinen wird die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft als eine normale angenommen, wenn sie 79 Raumtheile Stickstoff und

---

[2]) Wöhler, Grundriss der anorganischen Chemie. Berlin 1863. S. 27.

[3]) On the gases found in coal mines in the Mining Journal. London 1868. p. 782.

21 Raumtheile Sauerstoff enthält; die Verringerung des Sauerstoffantheils macht die Luft schlecht und je nach dem Zutritt anderer Stoffe gefährlich für das Wohlbefinden des Menschen[4]). Dr. Fabre hat bei den Bergleuten in den Kohlengruben von Commentry beobachtet, dass deren Blutkügelchen blasser und kleiner werden, als bei Menschen, welche unter gewöhnlichen Lebensbedingungen leben, und führt dies auf den geringeren Gehalt der Luft an Sauerstoff, sowie auf die Beimengung von schädlichen Gasen zu derselben in den Gruben zurück, während er dem Mangel an Sonnenlicht, so wie der übermässigen Feuchtigkeit in den Bergwerken, sofern eine Temperatur von 25 Grad nicht überschritten wird, einen schädlichen Einfluss auf den Gesundheitszustand der Bergleute nicht zuschreibt. Wird dieser Wärmegrad überschritten, tritt schnelle Ermüdung und häufiger Hautausschlag ein. Diejenigen Arbeiter, welche die Gase der Sprengstoffe beim Abthun der Schüsse einzuathmen haben, leiden mehr, als andere, an Krankeiten des Kehlkopfs, der Luftröhre und des Magens; überhaupt treten häufig Lufröhrenentzündung und Katarrhe auf, welche durch den der Luft beigemengten Kohlenstaub verschlimmert werden. Dagegen hat Dr. Fabre Lungenschwindsucht nur selten und innerhalb sechs Jahren unter 1800 Bergleuten nur zweimal beobachtet[5]), was auch Dr. Hirt nach seinen Beobachtungen bestätigt findet, während Dr. Schlockow dieser Auffassung nach seinen statistischen Ermittelungen entgegentritt.

Der atmosphärischen Luft wird durch das Athmen Sauerstoff entzogen, an seine Stelle treten Kohlensäure und Wasserdampf; die verbrauchte Quantität ist etwas verschieden, je nach dem Alter und der Stärke der Bewegung des Athmenden, so dass die Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure zwischen 3,3 und 4,1 Procent schwankt; im Allgemeinen kann man annehmen, dass 3 Procent der eingeathmeten Luft verzehrt werden. Nach einzelnen Angaben soll ein erwachsener Mensch innerhalb 24 Stunden 0,804 Kubikmeter Sauerstoff gebrauchen, nach Combes[6]) während derselben Zeit überhaupt 19 Kubikmeter Luft einathmen und daraus also an Sauerstoff entnehmen 0,572 Kubikmeter.

Von der Legislative der vereinigten Staaten von Nordamerika ist ein Gesetz „zum Schutz der Arbeiter in Kohlenwerken“ erlassen, in welchem als Maass einer ausreichenden Ventilation bestimmt ist, dass auf je 50 Mann der Belegschaft 1,545 Kubikmeter reiner Luft in der Sekunde oder 92,700

---

[4]) Dr. Ludw. Hirt: Die Krankheiten der Abeiter. Zweite Abtheilung: die Gasinhalationskrankheiten. Breslau und Leipzig 1873. — Dr. Schlockow: Die Gesundheitspflege und die medicinische Statistik beim preussischen Bergbau. Berlin 1881. — R. W. Raymond: the Hygiene of mines in transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. 8. p. 97.

[5]) Glückauf. Essen 1880. No. 3.

[6]) Combes, traité de l'exploitation des mines. t. II. pag. 291.

Kubikmeter in der Minute vor Ort geschafft werden, und dass alle Grubenräume frei von gefährlichen Gasen erhalten werden[7]).

Nach Kuborn[8]) verbraucht ein Arbeiter wenigstens 860 Gramme Sauerstoff in 24 Stunden. Nach derselben Quelle beträgt die Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure 4 bis 5 Procent und die Verminderung des Sauerstoffs in der Luft schwankt zwischen 2 und $2^1/_2$ Procent; nach Leblanc darf der Gehalt der Luft an Sauerstoff nicht unter 15 Procent sinken, wenn das Athmen nicht erschwert werden soll. Kuborn ist der Ansicht, dass ein dauernder Aufenthalt der Bergleute in Luft, welche nur $1^1/_2$ bis 2 Procent Kohlensäure enthält, hinreicht, um langsam verderblich auf den Organismus und die Blutbildung der Arbeiter zu wirken. Pfähler[9]) giebt in der unten angegebenen Quelle die Ermittelungen verschiedener Techniker und Physiker über die den Menschen benöthigten Luftquantitäten an; für die Grube Sulzbach-Altenwald stellt er bei einer Belegschaft von 1500 Mann folgende Berechnung über den Bedarf an Luft an, wobei er für jeden Mann in der Sekunde nach Pettenkofer 0,53 Kubikfuss annimmt,

also für 1500 Mann = 1500 . 0,53 = ...	780	Kubikfuss
jedes Licht eines Bergmanns bedarf 10 Kubikfuss Luft in der Stunde, also hierfür im Ganzen $\frac{1500 \cdot 10}{60 \cdot 60}$ = ...	4	„
für den Verbrauch von 300 Pfund Pulver innerhalb 8 Stunden 300 . 4043 = 1212900 Kubikfuss, d. h. in der Sekunde . .	42	„
endlich für 48 Pferde, deren jedes dem Luftbedürfniss von 4 Menschen gleich zu setzen ist, also 48 . 4 . 0,53 = . . .	103	„
zusammen =	929	Kubikfuss

oder rund 930 Kubikfuss d. i. 28,75 Kubikmeter in der Sekunde, welche der Grube bei 1500 Mann Belegung im Minimum beschafft werden müssen.

Denn ausser durch die Menschen erfolgt der Verbrauch des Sauerstoffs in der Grube durch das Athmen der in der Grube benutzten Thiere, durch das Brennen der Lichter und Lampen, obwohl die grössten Grubenlampen weniger als ein Mensch verbrauchen, durch die Sprengarbeit und etwaiges Feuersetzen, durch die Zersetzung der Gesteine und Mineralsubstanzen, insbesondere der kiesigen, wodurch zugleich bedeutende Wärme entwickelt wird, welche unter Umständen Grubenbrände hervorrufen kann, endlich durch den Fäulniss- und Vermoderungsprocess der in die Gruben gebrachten vegetabilischen und animalischen Substanzen.

---

[7]) Dingler polyt. Journal. Augsburg. Bd. 196. S. 375. — „Glückauf.“ Essen 1870. No. 38.

[8]) Kuborn: étude sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs. Paris 1863. S. 25. 122.

[9]) Pfähler: Wetterführung auf der K. Steinkohlengrube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 57.

Auch der Staub, welcher sich durch die Bearbeitung der Gesteine in der Grube entwickelt und sich in der Luft fliegend erhält, wirkt nachtheilig auf die Athmungswerkzeuge der Bergleute, so dass man die Lungen der auf Kohlengruben beschäftigten Arbeiter sehr häufig von Kohlenstoff völlig imprägnirt und geschwärzt findet, obwohl Hirt[10]) constatirt, dass der Kohlenstaub eine erhebliche Erkrankung an Lungenemphysem und Lungentuberculose nicht veranlasst. Von anderen Forschern wird behauptet, dass die sog. Bergmannslungen mehr durch Einathmen des Lampenrusses, als des Kohlenstaubes entstehen.

Nach Wehrle brennt ein Talglicht noch, wenn die umgebende Luft nur noch 18 Procent Sauerstoff enthält, die gewöhnliche Grubenlampe bei 16 Procent, der Argand'sche Brenner mit doppeltem Luftzug bei 14 pCt. Sauerstoff. Nach demselben soll atmosphärische Luft, welche nur 15 pCt. Sauerstoff enthält, schon irrespirabel sein, doch ist die entstehende Asphyxie weniger gefährlich, als die durch Kohlensäure veranlasste.

Dr. Angus Smith, welcher die Luft in den Bergwerkon von Cornwall eingehend untersuchte[11]), hat gefunden, dass die normale Luft 20,9 pCt. Sauerstoff enthalten müsse, dass sie bei 20,6 Procent schon als entschieden verschlechtert und bei 20,5 Procent selbst als gefährlich anzusehen sei.

Wetter, welchen ein Theil des Sauerstoffs entzogen ist, werden matt und schlecht, weil darin das Athmen und Brennen unmöglich ist, sie enthalten in der Regel nicht nur ein Uebermaass von Stickstoff, sondern auch zugleich Kohlensäure; dass Stickstoff irgendwo als frei zutretendes Gas schädlich würde, ist nicht bekannt, man hat es eben dann immer mit sauerstoffarmer Luft zu thun[12]).

Von dem Einfluss gepresster Luft auf den menschlichen Organismus ist bereits oben Bd. I. S. 816 die Rede gewesen. In der Pariser Akademie der Wissenschaften hat P. Bert die Resultate seiner in dieser Beziehung angestellten Versuche mitgetheilt. Hiernach erleiden Arbeiter, welche einem grösseren Luftdruck ausgesetzt sind, wenn dieser plötzlich aufhört, oft sehr ernstliche Unglücksfälle, nämlich heftige örtliche Schmerzen, zeitweise Lähmung, oft auch den Tod. Nach der Ansicht des Arztes M. Rameaux zu Strassburg sollen diese Zufälle von der Thatsache abhängen, dass die normalen Gase des Blutes (Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff), unter dem Einfluss des Druckes sich auflösend, bei dessen

---

[10]) Dr. Ludw. Hirt a. a. O. Erste Abtheilung: die Staubinhalationskrankheiten. S. 35. 142. 297. — Dr. Schlockow a. a. O. S. 70. — R. W. Raymond a. a. O. p. 105.

[11]) Analyse d'un rapport de M. Angus Smith sur la composition de l'air des mines du Cornouailles in Revue universelle des mines etc. tome 20. 1866. 2. Semestre. p. 84. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 19. S. 360. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 464. — Glückauf. Essen 1874. No. 36.

[12]) Dr. Ludwig Hirt a. a. O. Zweite Abtheilung. S. 61.

plötzlichem Aufhören wieder in einen gasartigen Zustand zu einer Atmosphäre verwandelt werden, welche die Adern verstopft und das Individuum denselben Gefahren aussetzt, als wenn Luft in die Adern gespritzt wird. Diese Angabe von Rameaux hat durch Bert volle Bestätigung gefunden. Derselbe kommt zu dem Resultate, dass, wenn der Luftdruck bis zu 3 Atmosphären gesteigert war, dessen plötzliche Aufhebung keine Gefahren mit sich führt, dass aber die Gefahren sich sehr beträchtlich erhöhen, wenn der Druck bis zu 5 Atmosphären gesteigert gewesen ist, es kann dessen plötzliche Beseitigung den Tod der Arbeiter herbeiführen[13]).

Prof. Dr. Friedberg zu Breslau[14]) hat die gemachten Beobachtungen zusammengestellt und die Gründe, worauf die der Gesundheit und dem Leben der Arbeiter gefährlichen Folgen des Arbeitens in comprimirter Luft beruhen, so wie die Mittel, wie sich diese Folgen verhüten lassen, in der unten bezeichneten Quelle angegeben.

Eine umfassende Untersuchung über die Beschaffenheit und Bewegung der Grubenluft, welche die Bergleute bei ihrer Beschäftigung umgiebt, hat für die sächsischen Staatssteinkohlenwerke im Plauen'schen Grunde der jetzige Oberbergrath Foerster in Gemeinschaft mit dem Markscheider Hausse und dem Hofrath Fleck, welcher die chemischen Analysen vorgenommen hat, angestellt[15]). Es ist dabei constatirt, dass für den Bergmann am nachtheiligsten und fortgesetzt zu einem Siechthum führend wirkt: die Zunahme des Kohlensäure- und die Abnahme des Sauerstoffgehalts, so wie die mechanische Verunreinigung der Luft durch Kohlenstaub und Lampenruss; übrigens wird den Wettern auf den untersuchten Gruben Kohlensäure nicht nur durch das Athmen der Menschen und Thiere, durch die Verbrennungsprodukte der Lampen und Sprengschüsse, sondern auch durch directe Ausströmung von Kohlensäure aus dem in Abbau befindlichen Flötze zugeführt.

II. Kohlensäure. Schwaden.

Der atmosphärischen Luft mengt sich, wie schon erwähnt, Kohlensäure, welche aus 1 Volumen Kohlenstoff und 2 Volumen Sauerstoff ($\ddot{C}$) besteht und zu 2 Volumen verdichtet ist, als Resultat des Athmungs-, Verbrennungs-, Fäulniss- und Zersetzungsprocesses bei; in diesem Falle bleibt sie aber gewöhnlich, vermöge der Diffusion, von vornherein in der

[13]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 74. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 159. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1873. S. 95.

[14]) Prof. Dr. Friedberg in Handbuch des öffentl. Gesundheitswesens von Dr. H. Eulenberg. Bd. II.

[15]) Foerster und Hausse in Jahrbuch für das Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1879. Freiberg. S. 1.

ganzen Luftmenge vertheilt, wovon etwa die bei der Fäulniss organischer Substanzen entwickelte Kohlensäure eine Ausnahme machen kann. Die Mischung der Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft in den Strecken hängt nach Kuborn[16]) von der Temperatur und der Stärke des Windes ab; die Kohlensäureschicht erhebt sich in warmen Sommertagen und bei stürmischem Wetter, sie senkt sich in kühlen Nächten und bei lebhaftem Winde.

Ausserdem aber entwickelt sich Kohlensäure selbstständig und tritt in die Grubenbaue aus Spalten der Gesteine, aus dem Wasser, welches unter gewöhnlichem Luftdruck ein fast gleiches Volumen Kohlensäure, als es selbst besitzt, absorbirt, dieselbe aber beim Schütteln frei lässt.

Aus diesen Ursachen ist die Kohlensäure ganz besonders in Braunkohlengruben heimisch und spielt bei diesen eine ähnliche Rolle, wie das Grubengas in Steinkohlengruben, in denen sich übrigens auch Ausströmungen von Kohlensäure finden, überhaupt kann sie in allen Gebirgsarten angetroffen werden, wie es z. B. sehr stark der Fall war beim Betriebe eines Querschlages auf der Steinsalzgrube zu Stetten in Hohenzollern, ferner im Reinhold Forster Erbstolln bei Eiserfeld[17]). Wo sie sich reichlich entwickelt und die Luftmasse gar nicht oder nur schwach bewegt ist, geht die Diffusion so langsam vor sich, dass die Kohlensäure Zeit behält, sich nach dem specifischen Gewicht abzulagern; da das specifische Gewicht der Kohlensäure 1,529 beträgt, so sammelt sie sich in den tiefsten Punkten, schneidet dann oft scharf an der darüber befindlichen leichten Luft ab, mit der sie sich erst allmälig von der Berührungsfläche aus mengt. Solche scharfe Abgränzung der Kohlensäure gegen die Luftschichten finden sich in der Dunsthöhle bei Pyrmont, in der Hundsgrotte bei Neapel. Die Kohlensäure bildet für sich, und wenn sie im Gemenge mit atmosphärischer Luft überwiegt, die sogenannten Schwaden (blak damp, choke damp, stythe, afterdamp), welche gleichfalls schwerer als normale Luft sind; die nach einer Explosion schlagender Wetter stark mit Kohlensäure gemengte Luft nennt man auch Nachschwaden.

Schon bei einem Gehalt von 5 bis 6 Procent Kohlensäure in der Luft brennen die Lichter schlecht, bei 10 Procent Kohlensäure erlöschen sie sofort, wenn sie in das Gemenge gebracht werden; Luft welche über 8 Procent Kohlensäure enthält, kann der Mensch ohne Gefahr nicht einathmen, 5 Procent soll nach Berzelius zwar noch nicht gefährlich sein, übt aber ohne Zweifel, dauernd eingeathmet, ebenfalls nachtheiligen Einfluss aus. Pfähler[18]) giebt an, dass bei einem Gehalt der Grubenluft von 5 Procent Kohlensäure dem Volumen nach das Licht nur noch ein schwaches Glimmen

---

[16]) Kuborn a. a. O. S. 22.

[17]) Bischof, Lehrbuch der chemischen u. physikalischen Geologie. 2. Auflage. 1863. Thl. I. S. 671. 672.

[18]) Pfähler a. a. O. S. 55.

des Dochtes zeigt, welches bei 8 Procent ganz aufhört; nimmt der Gehalt von 8 bis 10 Procent zu, so kann ein Mensch in solchem Luftgemisch nicht mehr athmen. Sie wirkt anscheinend giftig und zwar in sehr kurzer Zeit, der Asphyxie gehen nur leichte Schmerzen im Kopf und in den Augen vorher; die in diesen Zustand Verfallenen sind schwer ins Leben zurückzubringen, was überhaupt auch nur gelingt, wenn die Leute nur kurze Zeit in der Kohlensäure verblieben sind.

Nach Hirt[19]) wirkt die Kohlensäure direct vergiftend, indem bei ihrem Einathmen in noch nicht festgestellter Minimalquantität Verlust des Bewusstseins, Verlust der Bewegungsfähigkeit und schliesslich, wenn nicht noch rechtzeitig Entfernung aus dem Inhalationsraum erfolgt, Tod durch Erstickung eintritt. — Eingehend hat sich Dr. Seltmann bei Behandlung der Bergleute auf den fiskalischen Steinkohlengruben im Plauen'schen Grunde mit dem Einfluss der kohlensäurehaltigen Grubenwetter auf die Gesundheit der Kohlenarbeiter beschäftigt[20]). Er kommt zu folgenden Schlüssen: die kohlensäurehaltigen Wetter führen nur höchst selten Intoxicationsfälle mit tödtlichem Ausgange, wohl aber zahlreiche Vergiftungsfälle leichteren Grades herbei; die wiederholte und lange Zeit fortgesetzte Einathmung solcher Wetter schwächt die allgemeine Ernährung der Arbeiter und veranlasst frühzeitigen Marasmus, unterstützt die Aufnahme des Kohlenstaubes und damit die Entwickelung des Bronchialkatarrhs und der Anthrokose, fördert als Ursache forcirter Athmungsbewegungen die Entstehung des Lungenemphysems.

Delesse berichtet der französischen Akademie von einer Detonation ohne Flamme — also keiner Explosion — auf dem Schachte Fontanes der Grube Rochebelle in Frankreich in einer Tiefe von 345 Meter; dieselbe glich dem Schall beim Abbrennen eines Schusses und war von einer zweiten Detonation von grösserer Heftigkeit gefolgt. Eine Entzündung schlagender Wetter konnte nicht stattgefunden haben, denn solche waren bis dahin und nachher auf der Grube nicht beobachtet worden. Auch Schiesspulver und Patronen konnten an dem betreffenden Orte nicht entzündet worden sein. Dagegen hatte man Mühe, die Grube von den schweren Wettern (Kohlensäure) frei zu halten, woraus man auf die Ursache der Detonation schloss. Nach der Fahrbarmachung der Grube sah man, dass das betreffende Ort 9 Meter mit Kohlenbrocken erfüllt war, welche in einem Quantum von 76 Tonnen durch die Detonation losgelöst und umhergeschleudert worden waren, was durch den Ausbruch eines Kohlensäurestromes — man rechnet 4500 Kubikmeter — geschehen sein soll. Ent-

---

[19]) Dr. Ludw. Hirt a. a. O. Zweite Abtheilung. S. 39. 114. — Dr. Schlockow a. a. O. S. 51. — R. W. Raymond a. a. O. p. 104.

[20]) Dr. Seltmann in Jahrbuch für das Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1879. S. 85. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 348.

weder hat sich die Kohlensäure durch Zersetzung (Verbrennung) der Kohle gebildet und hat in eingespanntem Zustande Hohlräume erfüllt, um plötzlich die Kohlenwand unter Detonation zu durchbrechen. Oder — und diese Erklärung ist die wahrscheinlichere, sie wird von Delesse aufgestellt und von Dumas getheilt — die Kohlensäure ist dadurch gebildet, dass ein in der Nähe befindliches Schwefelkieslager sich zersetzt, die schwefelsauren Salze durch wässerige Lösung dem unterliegenden Kalkstein zugeführt und dessen Kohlensäure entbunden wird, welche durch Spalten und Klüfte zu den Steinkohlenflötzen gelangt und hier unter Detonation hervordringt[21]).

III. Grubengas. Schlagende Wetter.[22])

Grubengas (Sumpfluft, feuriger Schwaden) bestehend aus
4 Volumen Wasserstoffgas (H)
1 Volumen Kohlenstoff (C)
zu 2 Volumen Kohlenwasserstoffgas (H_2 C oder H_4 C) verdichtet, Methan

[21]) Comptes rendus des scéances de l'académie française. Paris. t. 89. (1879). p. 814. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 54. — Glückauf. Essen 1880. No. 22.

[22]) Die Gefahren, welche dem Leben und der Gesundheit der Bergarbeiter, sowie dem Bestande der Steinkohlengruben aus dem Auftreten schlagender Wetter täglich drohen, haben die Bergtechniker aller Länder darauf geführt, auf Mittel und Wege zu sinnen, den häufigen Verheerungen Einhalt zu thun: es ist dies bisher vergeblich gewesen! Man glaubte deshalb, dazu übergehen zu sollen, durch Vereinigungen hervorragender Techniker in Commissionen, sog. Wettercommissionen, die Erwägungen der Massregeln, welche nothwendig sind, um dem schlimmsten Feinde des Bergmanns zu begegnen, in gemeinsamen Berathungen eintreten zu lassen. Solche Commissionen sind berufen in Frankreich, England, Belgien, Königreich Sachsen und zuletzt in Preussen. Habets hat in der Generalversammlung der Belgischen Kohlenindustriellen vom 8. März 1882 in einem Vortrage über die Thätigkeit der verschiedenen Commissionen Bericht erstattet, auch Brassert thut dies in seiner Zeitschrift für Bergrecht Bd. 23. für die fremdländischen Commissionen, worauf von hier aus verwiesen wird.

Der Vorrang gebührt Frankreich, wo auf Antrag des Deputirten Paul Bert mittelst Gesetzes vom 26. März 1877 die Einsetzung einer Commission zum Studium der Mittel zur Verhütung der Explosion schlagender Wetter eingesetzt wurde. Dieselbe hat nicht nur durch eingehende Berathungen, sondern auch durch Bereisung der englischen, belgischen und deutschen Steinkohlenbergwerke, sowie durch zahlreiche chemische und physikalische Untersuchungen ihre Aufgabe zu lösen gesucht. Die Ergebnisse der Berathungen sind niedergelegt in dem Bericht von Haton de la Goupillière (deutsch von Hasslacher in Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 29B. S. 281.); über die Reisen nach den Gruben der fremdländischen Bergreviere haben Pernolet und Aguillon in 3 Bänden berichtet, während zahlreiche Berichte, namentlich von Souich, sowie von Mallard und Le Chatelier, über die vorgenommenen Specialuntersuchungen Auskunft geben. Auf Grund der hier niedergelegten Materialien hat die Commission die

genannt, bildet im Gemenge mit atmosphärischer Luft die schlagenden Wetter, während es ohne atmosphärische Luft nicht detonirt, sondern

Grundsätze festgestellt, welche sie beim Betriebe von Gruben mit schlagenden Wettern beobachtet wissen will (Principes à consulter dans l'exploitation des mines à grisou, Paris 1881; deutsch von Brassert in Zeitschrift für Bergrecht. Bd. 22. S. 446). Ausserdem hat der Vorsitzende der Commission, Daubrée, einen Schlussbericht über die Thätigkeit der Commission an den Minister der öffentlichen Arbeiten erstattet, welcher in dem officiellen Journal vom 1. April 1882 veröffentlicht ist (deutsch von Hasslacher in Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen. Bd. 30 B. S. 285).

Der englischen Commission, welche durch königliche Verordnung vom 12. Februar 1879 eingesetzt wurde, war eine etwas erweiterte Aufgabe gestellt, indem sie berathen sollte, ob nicht der heutige Stand der Wissenschaft bessere Mittel, als bisher bekannt seien, an die Hand gebe, um den Unglücksfällen in Bergwerken vorzubeugen oder wenigstens ihre Folgen einzuschränken. Die Commission hat sich ihrer Aufgabe dadurch unterzogen, dass sie die Regierungs-Berginspectoren, sowie zahlreiche Privat-Bergtechniker vernommen und durch Delegirte die wichtigsten Steinkohlengruben des Landes hat bereisen lassen. Auch sie hat durch Specialuntersuchungen die verschiedenen Probleme zu lösen gesucht, wo namentlich ein Bericht von Abel über den Einfluss von Staub auf Explosionen in Kohlengruben (deutsch von Nasse in Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinen wesen. Bd. 30 B. S. 144) hervorzuheben ist. Die Commission hat zunächst einen vorläufigen Bericht erstattet (deutsch von Bergrath Professor Kreissker in Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1882. I. S. 179) und hoffte Ende des Jahres 1883 ihre Arbeiten zu beenden.

Die belgische Commission war durch königliche Verordnung vom 28. Juni 1879 berufen, ein Programm für die Untersuchungen aufzustellen, welche vorzunehmen sind, um die die Explosion schlagender Wetter begleitenden Umstände zu ermitteln, die Ursachen derselben zu erforschen und die Mittel zur Verhütung dieser Unfälle anzugeben. Die Commission erstattete bereits am 19. August 1880 einen ausführlichen Bericht, in welchem sie das verlangte Programm und zahlreiche statistische Aufstellungen niederlegte (Zeitschrift für Bergrecht. Bd. 22. S. 410). Als eine wichtige Arbeit, zu welcher die Commission die Anregung gegeben hat, ist zu bezeichnen: „Étude sur les dégagements instantannés de grisou dans les mines de houille du bassin belge de Arnould". Es ist nicht bekannt geworden, dass die belgische Regierung auf Grund des empfohlenen Programms eine berathende Commission berufen hat.

Für das Königreich Sachsen wurde im Jahre 1880 durch Verfügung des Finanzministers eine Commission eingesetzt, welche zunächst eine statistische Zusammenstellung der Unfälle durch Schlagwetter in den Jahren 1840—1880 lieferte. Demnächst sind die Verhältnisse der Gruben in Bezug auf Wetterführung und Beleuchtung durch Beantwortung von Fragebogen ermittelt, sowie durch Befahrungen der wichtigsten Gruben controlirt. Ausserdem sind für specielle technische Fragen, sowie für die rechtliche und polizeiliche Behandlung der Sache besondere Commissionen gebildet, deren Thätigkeit noch im Gange ist, während specielle Fragen durch eine Reihe von Versuchen verfolgt werden; als eine besondere wichtige Arbeit dieser Art ist der Aufsatz von Winkler und Kreischer

nur mit schwach leuchtender, blauer Flamme brennt. Es kommt besonders häufig in Steinkohlengruben vor, aber auch in Steinsalzgruben z. B. in

über die Sicherheitslampen im Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1884. I. S. 1 ganz besonders hervorzuheben.

Die preussische Commission, welche auf Anregung des Herausgebers durch Erlass des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 18. October 1880 berufen wurde, hat in den Sitzungen vom 9. bis 11. Juni 1881 ihr Programm und Zählkarten für Verunglückungen durch Wetterexplosionen auf Steinkohlenbergwerken aufgestellt. Die Commission hat sich in Unterabtheilungen getheilt, von denen zunächst 3 die Aufgabe erhielten, die lokalen Verhältnisse der Gruben zu studiren; es waren dies die Lokalabtheilungen: 1. für die Gruben im Bezirk des Oberbergamts zu Bonn; 2. des Oberbergamts zu Dortmund; 3. der Oberbergämter zu Halle, Breslau und Clausthal. Von diesen haben die erste und dritte Abtheilung ihre Arbeiten vollendet, während die zweite in der nächsten Zeit ihrer Vollendung entgegengeht; eine Reihe von Protokollen über die lokalen Befunde sind in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen veröffentlicht. — Eine weitere Abtheilung ist die statistische, welche die Aufgabe hatte, auf Grund der Zählkarten eine Statistik der durch schlagende Wetter veranlassten Unglücksfälle aufzustellen. Die Ergebnisse dieser Ermittelungen aus den Jahren 1861 bis 1881 sind von Hasslacher zusammengefasst und in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen Bd. 30B. S. 339 veröffentlicht, wo sich auch S. 181 ein von demselben Verfasser gelieferter Aufsatz über die Steinkohlenbergwerke Preussens nach der verschiedenen Art ihrer Wetterführung findet. — Die bergrechtliche Abtheilung hat insofern ihre Aufgabe erledigt, als sie ein Verzeichniss der in Deutschland bestehenden gesetzlichen, bergpolizeilichen und reglementarischen Bestimmungen über die Vorsichtsmassregeln gegen schlagende Wetter aufgestellt hat. Ausserdem hat sie in einer besonderen Bearbeitung die Vorschriften über die Schiessarbeit in Gruben mit schlagenden Wettern behandelt. (Zeitschrift für Bergrecht. Bd. 24. S. 179.) Die Abtheilung beabsichtigt, noch ferner derartige Zusammenstellungen über verschiedene hier in Betracht kommende Momente zu liefern. — Die technisch-wissenschaftliche Abtheilung, welche die Aufgabe hat, die Beobachtungen der übrigen Abtheilungen, sowie die Resultate der von ihr vorzunehmenden Specialuntersuchungen zu einem Gesammtbilde zusammenzufassen und der Gesammtcommission zur Beschlussfassung zu unterbreiten, ist mit ihren Arbeiten noch im Rückstande, weil zunächst in dem speciell zu diesem Zweck in Bochum errichteten Laboratorium zahlreiche Untersuchungen vorgenommen werden müssen. Als ein erstes Ergebniss der Arbeiten ist der Aufsatz von Schondorff „Chemische Untersuchung von Grubenwettern in preussischen Steinkohlenbergwerken" in Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen Bd. 31B. S. 435 zu bezeichnen, während die Untersuchungen über die Sicherheitslampen fast vollendet, über die Ventilation im vollen Gange, über den Einfluss des Kohlenstaubes auf Explosionen in Vorbereitung begriffen sind. Es steht zu hoffen, dass die Arbeiten so beschleunigt werden, dass die Hauptcommission im Laufe des Jahres 1885 zu einem Schlussresultat wird gelangen können. — Der Bergrath Hasslacher hat auf dem zweiten Bergmannstage zu Dresden am 3. September 1883 einen Vortrag über den Verlauf der Arbeiten der preussischen Wettercommission gehalten. (Glückauf. Essen 1883. No. 77.)

Bex[22a]), in bituminösen Schiefern und ähnlichen Gesteinen, in Verbindung mit Erdöl (Naphta, Asphalt), wobei indess auch andere Kohlenwasserstoffverbindungen vorhanden sein können. In den Bauen der Stein- und Kalisalzwerke bei Stassfurt sind mehrfach grosse Mengen brennbarer Gase aufgetreten, welche zu gefährlichen Explosionen Veranlassung geben können, angezündet aber ruhig fortbrennen; auf der Grube bei Westeregeln brannte eine 1,5 Meter lange Flamme vom April bis Juni 1875, auf Neu-Stassfurt eine fast gleich lange von Ende December 1878 bis Ende Februar 1879. Gas, welches aus Abraumsalzen frei wurde, enthielt 25,7 Procent Kohlensäure, 2,5 Procent Kohlenwasserstoff, 3,8 Procent Wasserstoff, wogegen die Gase, welche auf Neu-Stassfurt brannten, enthielten: 93,1 Procent Wasserstoff, 0,8 Procent Kohlenwasserstoff, 5,8 Procent Stickstoff, 0,2 Procent Kohlensäure[23]). Hiernach hat man es hier augenscheinlich mit anderen Gasen, als mit schlagende Wetter bildendem Kohlenwasserstoff zu thun. Selten und nur ausnahmsweise ist das Grubengas auf Braunkohlengruben beobachtet, wie auf Albertgrube bei Siegda in Schlesien[24]), auch in der benachbarten Braunkohlengrube Otto bei Stroppen ist es beobachtet worden. Auf der Braunkohlengrube Tokod bei Gran in Ungarn hat am 1. April 1871 eine heftige Explosion schlagender Wetter stattgefunden[25]), obwohl andrerseits behauptet wird, dass die entzündeten Gase Zersetzungsproducte des Braunkohlenflötzes durch trockne Destillation gewesen sind. Schlagende Wetter dagegen sollen die Veranlassung zu einer Explosion im Januar 1877 auf einer Braunkohlengrube bei Falkenau in Böhmen gegeben haben[26]).

Das Grubengas ist in Wasser nicht löslich oder es wird vom Wasser doch nicht in grösserem Maasse absorbirt, als von atmosphärischer Luft; sein specifisches Gewicht ist zu 0,5589 gefunden, berechnet zu 0,552; es ist geschmack- und geruchlos. Wegen seiner geringen Dichtigkeit strebt es nach Oben, füllt obere Baue, welche keinen Ausgang haben, an, sammelt sich in Auskesselungen der Firste, aber alles dies nur so lange, als es nicht durch Diffusion oder auf mechanische Weise mit der atmosphärischen Luft gemengt worden ist, von welcher es sich alsdann nicht mehr absondert. Ueber die Schnelligkeit, mit welcher die Diffusion vor sich geht, ist man zweifelhaft. Coquillon hat darüber Versuche angestellt: er hat eine 2 Meter lange, 10 Centimeter im Durchmesser haltende Glasröhre mit der unteren Oeffnung in eine mit Wasser gefüllte Wanne gestellt und oben

---

22a) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 7; 1882. S. 570. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 183.

23) Die chemische Industrie. Berlin. Bd. 2. S. 209. — Der Berggeist. Köln 1879. S. 198. — Dingler polyt. Journal. Bd. 232. S. 380.

24) Jahrbuch des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen 1861. S. 12.

25) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 2.

26) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 169.

mit einem Kautschukpfropfen mehr oder weniger hermetisch verschlossen, aus welchem Proben des Gases abgelassen werden konnten. Wenn das Grubengas in den unteren Theil der Röhre eingeführt wurde, vollzog sich die Diffusion sehr schnell in 3 bis 4 Minuten, so dass die Mischung des Gases mit der atmosphärischen Luft nach dieser Zeit in allen Theilen der Röhre gleichmässig war. Führt man das Gas von oben her in die Röhre so vollzieht sich auch alsdann die Diffusion von oben nach unten, aber in viel längerer Zeit, es währte 3 oder 4 Stunden, bevor sich in dem unteren Theile der Röhre Spuren von Gas zeigten; die vollständige Diffusion erforderte noch längere Zeit[27]. — Nach Einigen soll man da, wo das Gas sehr häufig ist, oder wenn man gegen einen Strom desselben geht, ein Gefühl, namentlich in den Augen, wie von der Berührung mit Spinngeweben empfinden, auch die Ansammlungen in Gestalt weisser Faden und Nebel bemerken, wobei indess wohl Täuschungen der Sinnesorgane vorliegen möchten.

Das Auftreten des Grubengases in der Steinkohle ist nicht gebunden an deren Qualität, wie man erwarten sollte, da es sich in fetten, wie in mageren Steinkohlen findet, sogar in den Anthracitgruben Pennsylvaniens[28]: dagegen zeigt es sich vorzugsweise in den tieferen Flötzen, ausserdem sind von Einfluss: die Neigung und Aufrichtung der Flötze, ob sie zu Tage ausgehen oder nicht, ferner die Spalten in den Flötzen und im Gebirge, die Natur und die mehr oder minder geschlossene Beschaffenheit des Nebengesteins; je nachdem die Umstände für das Entweichen der bei der Zersetzung der Pflanzensubstanz entstandenen Gasarten günstig gewesen sind oder nicht. Das Gas kommt nicht allein aus der Kohle selbst, sondern auch aus kohligem Nebengestein, aus Brandschiefer u. dgl. m. Es steht oft unter bedeutendem, mehre Atmosphären betragendem Druck, wie die sogenannten Bläser beweisen und ferner die als bags of foulness bekannten Anhäufungen in den Gruben von Northumberland und Durham, welche sich oft an Verwerfungsklüften finden; oft ist die Pressung so gross, dass bei dem Austritt des Gases schwere Massen von Kohlen weggeschleudert und die Grubenbaue in kurzer Zeit ganz von Gas erfüllt werden, weshalb man gut thut, in der Nähe bekannter Sprünge vorzubohren, um die Gase allmälig abzuzapfen.

Allseitig besteht die Ansicht, dass sich das Grubengas erst gebildet hat, nachdem die sich zersetzenden Pflanzen bereits durch die hangenden Schichten bedeckt waren; das Gas concentrirte sich, da ihm keine Gelegenheit zu entweichen geboten war, an den porösesten Stellen des Flötzes und es fand diese Concentration mit um so grösserer Energie statt, als die

[27]) Comptes rendus des scéances de l'académie française. Vol. 87. (1878). p. 65. — Revue universelle. 2 série, tome 5. p. 234. — Dingler polyt. Journal. Bd. 222. S. 279.

[28]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 17. p. 33.

Spannung des sich entwickelnden Gases durch die fortgesetzte Bildung immer höher bedeckender Schichten und die Entwickelung der inneren Erdwärme eine immer grössere wurde. Die Flötze sind von dem Grubengas in allen Poren durchdrungen, wie an eine Wasser führende Gebirgsschicht die Flüssigkeit gebunden ist. Dennoch ist die Spannung der Gase innerhalb der verschiedenen Flötztheile eine sehr verschiedene, da in den Fällen, wo durch nachträgliche Hebungen die Flötze zu Tage ausgehen, oder wo Verwerfungen die Flötze mit der Tagesoberfläche in Verbindung bringen, oder wo durch die Grubenbaue locale Entblössungen des Flötzes entstehen, theilweise oder gänzliche Entgasung der Kohlen stattfindet, so dass man an einzelnen Stellen die Flötze ganz frei von Grubengas findet, während an anderen Stellen dasselbe mit starker Spannung auftritt. Um die Spannung der Gase zu ermitteln, hat Lindsay Wood sehr eingehende Versuche angestellt, indem er tiefe Bohrlöcher in die Flötze einbrachte und in diese gegen die Bohrlochswände abgedichtete eiserne Röhren einführte, welche er mit einem Bourdon'schen Manometer verband: er fand die verschiedensten Spannungen, welche sogar in einem 9,74 Meter tiefen Bohrloch einen Druck von 2,4 Atmosphären zeigten. Da es Faraday gelungen ist, bei 39 Atmosphären Grubengas zu verdichten, so ist nach dem Resultat von Wood die Vermuthung nicht ausgeschlossen, dass das Grubengas in den Flötzen flüssig, ja sogar fest vorkommen kann.

Auf den belgischen Gruben, namentlich in der Gegend von Mons, aber auch in dem Becken von Charleroi und in dem von Lüttich treten sehr gefährliche plötzliche Entwickelungen von schlagenden Wettern auf (dégagements instantanés, sudden outboursts). Arnould hat dieser Erscheinung grosse Aufmerksamkeit geschenkt und gefunden, dass der Druck der Gase gegen den Widerstand der Kohle plötzlich ein so überwiegender werden kann, dass die freiliegenden Kohlenplatten unter starkem Getöse abgedrückt werden und die Gase sich in die Grubenbaue ergiessen. Eine ähnliche Erscheinung ist in dem nördlichen Frankreich auf dem Schacht Arbousset beobachtet worden, wo der das Flötz bedeckende Schieferthon wiederholt durch die hervortretenden Gase zertrümmert und in die Strecke hineingedrückt wurde. Arnould schlägt als Gegenmittel vor, die Gewinnung der Kohlen nicht zu schnell zu betreiben und durch Einbringung von Bohrlöchern die Flötze allmälig zu entgasen[28a]).

Wo sich das Gas aus den Poren der Kohle selbst, an deren Oberfläche entwickelt, zeigt sich mitunter das sogenannte Krebsen, ein knisterndes Geräusch, was jedoch an einen gewissen Grad von Feuchtigkeit gebunden

---

[28a]) Glückauf. Essen 1883. No. 1. 3. 4. 19. 28. — Arnould in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles 1880. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 336. — Wochenschr. des Vereins deutscher Ingen. 1883. S. 96. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 115. — The Engineering and Mining Journal. Vol. 35. p. 4.

zu sein scheint. Nach Arnould soll das knisternde Geräusch einem Zersprengen der Porenwände durch den Druck der eingeschlossenen Gase seine Entstehung verdanken[28b]). Innerhalb der Flötze ist das Gas sehr ungleich vertheilt, vorzugsweise findet es sich gern da, wo sich die Kohle weich und zerreiblich zeigt, daher auch häufig in der Nähe von Sprüngen, welche überdies als Kanäle dasselbe von anderen Stellen zuführen können. Man will auch beobachtet haben, dass sich an den Stellen, wo sich mineralische Faserkohle in den Flötzen findet, das Gas in besonders starker Menge angesammelt haben soll[28c]).

Alle Umstände, durch welche die Geschlossenheit der Kohle vermindert und die freie Oberfläche derselben vermehrt wird, oder wodurch der darauf ausgeübte Druck abnimmt, erleichtern den Austritt und führen eine zeitweilige Vermehrung der Entwickelung herbei. Daher zeigt sich eine Vermehrung bei sinkendem Barometerstand, was namentlich in England behauptet, von Bischof bestritten wird, indess durch den Unglücksfall auf der Grube Neu-Iserlohn bei Dortmund am 15. Januar 1868 bestätigt zu sein scheint, wo das den alten Mann erfüllende Grubengas durch verminderten Luftdruck Gelegenheit fand, herauszutreten und die zunächst belegenen Grubenbaue zu erfüllen; wenigstens ist dies eine von den Erklärungen über die grossartige Explosion[29]), obwohl die spätere Untersuchung als ziemlich feststehend ergeben hat, dass die Gase aus einem der im Bau befindlichen Flötze unmittelbar ausgetreten sind[30]); doch lassen diese Untersuchungen es ziemlich unzweifelhaft, dass die Ansammlung der schlagenden Wetter bei plötzlichem und starkem Fallen des Barometers stattgefunden hat, wodurch die Diffusion der Gase und ihre Verdünnung durch die atmosphärische Luft verzögert wurde; andere örtliche Ursachen haben dann zur Explosion der angesammelten Gase Veranlassung gegeben. Sie treten stärker auf bei frisch blossgelegten Flächen der Kohle, bei im Betriebe befindlichen Bauen, als bei verlassenen; die letzteren aber, der alte Mann (goaf), geben Gelegenheit zu grossen Anhäufungen des Gases aus tiefer befindlichen Bauen, welches dann in Folge von Brüchen, bei Verminderung des Atmosphärendrucks oder Verlangsamung des Wetterzuges, bei Erhöhung der Temperatur im Innern des alten Mannes aus irgend welchen Gründen hervortritt; es ist einleuchtend, dass hieraus Gefahren mannigfacher Art entstehen können.

Der Einfluss des schwankenden Luftdrucks ist in Bezug auf die erste Entwickelung des Grubengases vielleicht zu allgemein angenommen, die Einwürfe Bischofs scheinen zum Theil begründet, da, wenn das Gas mehre

[28b]) Glückauf. Essen 1883. No. 1.

[28c]) Ebenda. No. 4.

[29]) Glückauf. Essen 1868. No. 8. — Von Renesse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 156.

[30]) v. Renesse. Ebenda. Bd. 19B. S. 11. — Untersuchung der Wetterführung auf der Zeche Neu-Iserlohn. Ebenda Bd. 20B. S. 11; Bd. 21B. S. 195.

Atmosphären Pressung besitzt, die geringen Schwankungen des Barometerstandes nicht von erheblichem Einfluss sein können; dagegen ist dieser Einfluss jedenfalls auf die Gase anzunehmen, welche sich im alten Mann angesammelt haben.

Von einigen Gelehrten, wie de Rossi in Florenz, Schroot in Leipzig, Dieffenbach in Darmstadt wird ein Zusammenhang der Entwickelung schlagender Wetter mit dem Auftreten von Erdbeben gesucht; der erstere behauptet, dass der Erscheinung von grossen Massen von schlagenden Wettern Bodenerschütterungen vorangehen und empfiehlt in und ausser der Grube durch Beobachtung von Mikrophonen die Annäherung von Erdbeben zu constatiren[31]). In der Praxis hat man eine gegenseitige Beziehung beider Naturerscheinungen bisher nicht wahrgenommen.

Nach den Beobachtungen von Davy, welche derselbe mit der nach ihm benannten Sicherheitslampe angestellt hat, ist das Vorhandensein von Grubengas an der Flamme der Lampe zuerst sichtbar, wenn die Luft $^1/_{30}$ Gas enthält, die Erscheinungen nehmen zu bis zur Mengung der Luft mit $^1/_{15}$ Gas, die Wetter werden brennend, bei $^1/_{14}$ findet Fortpflanzung der Flamme durch die ganze Masse statt, aber ohne starke Detonation, gesteigerte Heftigkeit der Explosion zeigt sich bis zur Mengung mit $^1/_9$ oder $^1/_8$ Gas, von wo an sich wieder eine Abnahme zeigt, bis bei der Mengung mit $^1/_3$ Gas die Flamme aus Mangel an Sauerstoff erlischt und die Wetter zugleich irrespirabel werden. Innerhalb der Sicherheitslampe füllt sich bei einem Gemenge mit $^1/_{12}$ Grubengas der Cylinder mit blauer Flamme, durch welche man die Oelflamme noch deutlich erkennt, bei einem Gehalt von mehr als $^1/_5$ bis $^1/_6$ Grubengas erfüllt sich der Cylinder mit heller Flamme, in welcher die Oelflamme verschwindet, der Drahtcylinder wird dann rasch glühend, in welchem Stadium man zwar noch athmen kann, aber der Aufenthalt doch gefährlich wird, weil die Flamme bei unvorsichtiger Bewegung herausgeschleudert werden kann[31a]).

Aehnlich werden die Verhältnisszahlen von Engländern mitgetheilt[32]). Pfähler giebt folgende Resultate der Untersuchung an[33]): bei 1 Volumen Kohlenwasserstoffgas unter 30 Volumen atmosphärischer Luft wird die Flamme der Lampe lang gezogen und spitzt sich scharf zu, für den Menschen tritt noch keine Gefahr ein; bei 1 Volumen unter 15 Volumen Luft verlängert sich die Flamme noch mehr und fängt mit blassblauer Flamme an leicht zu brennen; bei 1 Volumen unter 12 Volumen Luft erfolgt die erste schwache Explosion, innerhalb des Netzes der Sicherheitslampe ist dieses Gemisch leicht erkennbar; bei 1 Volumen unter 8 bis 12 Volumen

---

[31]) Dieffenbach in: „die Natur“. Halle 1881. S. 401.

[31a]) Glückauf. Essen 1882. No. 75.

[32]) The Mining Journal. London 1868. p. 782. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 166.

[33]) Pfähler a. a. O. S. 53.

Luft erfolgt die gefährlichste und heftigste Explosion; bei 1 Volumen unter 5 bis 6 Volumen Luft wird die Explosion geringer und gemässigter; bei 1 Volumen unter 3 Vulumen Luft kann keine Explosion mehr erfolgen; bei 1 Volumen Gas mit 1 Volumen atmosphärischer Luft entzündet sich das Gemisch noch etwas, aber beim Ueberwiegen der Gasmenge nicht mehr, da alsdann wegen Mangel an Sauerstoff die Lampe schnell erlöscht, aus welchem Grunde auch für den Menschen bei längerem Verweilen der Tod eintritt, während bei den übrigen Gemischen das Leben des Menschen längere oder kürzere Zeit noch möglich ist. Die Explosibilität hängt deshalb von dem Mischungsverhältniss ab, weil zur vollen Verbrennung von 1 Volumen Grubengas 2 Volumen Sauerstoff gehören, welche in 10 Volumen atmosphärischer Luft enthalten sind; hat das Gemisch ein grösseres Quantum Luft, so ist bei der Verbrennung eine grössere Menge ihres indifferenten Bestandtheils Stickstoff zu erwärmen, so dass die Explosibilität geringer wird; ist weniger Luft dem Gemenge beigemischt, als die volle Verbrennung des Kohlenwasserstoffs erheischt, so tritt derselbe Fall ein, da dann der überschiessende Kohlenwasserstoff von der entwickelten Wärme absorbirt[34]). — Coquillon hat durch Versuche mittelst elektrischer Zündung in einem Eudiometer die Gränzen festgestellt, innerhalb deren das Gemisch von Grubengas mit atmosphärischer Luft explosibel ist und hat gefunden, dass die Explosibilität bei einem Verhältniss der Mischung von 1 : 6 beginnt, bei dem Verhältniss von 1 : 7, 8, 9 anwächst und dann allmälig abnimmt, bis die äusserste Gränze bei dem Verhältniss von 1 : 16 gefunden ist. Die Gefahren liegen also bei Mischungen von 1 Volumen Grubengas mit 6 bis 16 Volumen atmosphärischer Luft[35]).

Ein rothglühendes Eisen, eine glühende Kohle entzünden das Gemenge von Luft mit Grubengas nicht, wohl aber weissglühende Körper, ausserdem aber jeder mit Flamme brennender Gegenstand. Stickstoff und Kohlensäure vermindern die detonirende Eigenschaft des Gemenges; $^1/_7$ Stickstoff benimmt sie nach Davy ganz dem Gemenge von 12 Theilen Luft und 1 Theil Gas, $^1/_7$ Kohlensäure dem explodirendsten Gasgemenge.

Die Folgen der Explosion sind das Auftreten irrespirabler Gase (Nachschwaden), als Resultat der Verbrennung, der Sauerstoff der atmosphärischen Luft ist verzehrt, es bleiben Kohlensäure und Stickstoff neben Wassergas zurück, in denen das Athmen unmöglich ist. Die heftigste Explosion findet dann statt, wenn sämmtliches Gas durch den vorhandenen Sauerstoff verbrannt wird, nämlich 1 Volumen Gas bestehend aus $^1/_2$ Volumen Kohlenstoff und 2 Volumen Wasserstoff geben mit 2 Volumen Sauerstoff $= (^1/_2 C + O) + (2H + O) = \ddot{C} + \dot{H}$, oder 10 Volumen Luft $(8N + 2O)$

[34]) Glückauf. Essen 1876. No. 44.

[35]) Comptes rendus des scéances de l'académie française. Vol. 83. (1876). p. 709. — Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 461.

mit einem Volumen Grubengas (4 H C) geben 8 N + 1 $\dot{C}$ + 2 Wasserdampf. Wegen der bei der Verbrennung sich entwickelnden hohen Hitze findet zuerst eine Dilatation der Gase statt, der nachher eine Contraction folgt, was sich jedesmal durch den Schlag und den dann erfolgenden Rückschlag bemerkbar macht.

Man hat vielfache Analysen des Grubengases angestellt. Bischof[36]) untersuchte die Ausströmung aus Bläsern auf den Gruben Gerhard (A) und Wellesweiler (B) bei Saarbrücken, ferner aus einem Bohrloch, welches zu Obernkirchen (C) als artesischer Brunnen auf der Sohle eines Wetterschachtes 25 Meter tief in das Liegende des Flötzes, einen bituminösen Schiefer der Wealdformation, niedergestossen ist; er fand:

	A.	B.	C.
Grubengas	83,08	91,36	79,10
ölbildendes Gas	1,98	6,32	16,11
fremdes Gas (Stickstoff?) .	11,94	2,32	4,79
	100,00	100,00	100,00

An demselben Bohrloch hat Bunsen[37]) die Ausströmung untersucht und fand:

Stickstoff . . .	7,16
Sauerstoff . . .	9,45
Kohlensäure . .	2,61
Grubengas . . .	97,53
ölbildendes Gas .	—
	99,75.

Auf der bairischen Steinkohlengrube bei Bexbach[38]) fand Keller, dass das constant ausströmende Grubengas, welches man zur Beleuchtung eines Stollns benutzte, reines Sumpfgas war; auf Kohlensäure, atmosphärische Luft und etwa überschüssigen Stickstoff wurde nicht geprüft.

Graham gibt die Zusammensetzung an von

	Gateshead	Killingworth
Grubengas . . .	94,2	82,5
Sauerstoff . . .	1,3	1,0
Stickstoff . . .	4,5	16,5
	100,0	100,0

In England hat man Gase gesammelt aus Bläsern, oder von der frisch blosgelegten Kohle oder direct aus der Grubenluft; die Resultate der Untersuchung ergeben[39]):

---

36) Bischof a. a. O. Thl. I. S. 729.

37) Bunsen in Poggendorff Annalen der Physik und Chemie. Bd. 83. S. 252.

38) Justus Liebig u. Herm. Kopp Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen u. technischen Chemie. Für 1854. S. 893.

39) Reports on the Gases and Explosions in Collieries by de la Béche; Playfair, Smyth p. 6.

	Grubengas	Stickstoff	Sauerstoff	Kohlensäure	Wasserstoff
Wallsend from pipe of Surface	92,8	6,9	—	0,3	—
Wallsend from Bensham seam	77,5	26,1	—	1,3	—
Jarrow Bensham seam	83,1	14,2	0,6	2,1	—
Hebburn id. from 161 fathoms	86,0	12,3	—	1,7	—
Jarrow Low Main	79,7	14,3	3,0	2,0	3,0
Jarrow 5/4 seam	93,4	4,9	—	1,7	—
Gateshead, Oakwelle Gate 5/4 seam	98,2	1,3	—	0,5	—
Hebburn, Coal 24 feets below Bensham seam	92,7	6,4	—	0,9	—

Wenn wirklich ölbildendes Gas, d. h. 2 Volumen Wasserstoff auf 1 Volumen Kohlenstoff zu 1 Volumen Gas verdichtet, vorhanden ist, was selten der Fall ist, so tritt eine Vermehrung der Gefahr ein; nach verschiedenen Angaben soll es unbedingt tödtlich sein, während es nach Anderen ohne Belästigung eingeathmet werden kann, sogar in ziemlich grossen Quantitäten, wenn es hinreichend mit atmosphärischer Luft, beziehungsweise Sauerstoff gemischt ist[40]); das specifische Gewicht des ölbildenden Gases ist zu 0,967 berechnet, zu 0,9852 gefunden; es entzündet sich schon bei leichter Rothgluth, 1 Volumen Gas gebraucht 3 Volumen Sauerstoff oder 15 Volumen atmosphärische Luft, wobei die Explosionen sehr heftig sind.

Bereits Bischof hat die Vermuthung ausgesprochen, dass sich ausser dem leichten Kohlenwasserstoff noch stärker gekohlte Wasserstoffe in den Kohlen befinden, namentlich hat er es behauptet von Kohlen aus der Wälderthonformation. Abel unterscheidet gewöhnliche und scharfe Schlagwetter, von denen die letzteren schon zu Explosionen geneigt sein sollen, wenn die Luft mit 3 Procent ihres Volumens damit geschwängert ist. Dr. Schondorff hat auf den Saarbrücker Gruben einen geringen Antheil von Aethyl-Wasserstoff ($C_2 H_6$) in den Grubengasen gefunden, hielt es aber noch für möglich, dass dieses Resultat auf Fehlerquellen beruhe, bis er bei den Untersuchungen für die preussische Wetter-Commission auf der Grube bei Obernkirchen, wo ein Flötz in der Wälderthonformation gebaut wird, einen Gehalt von 10 bis 30 Procent Aethyl-Wasserstoff fand; auch auf der Grube Glückhilf in Niederschlesien, sowie auf den Zwickauer Gruben soll dieses Gas wahrgenommen worden sein. Dasselbe soll sich an der Flamme der Sicherheitslampe nicht durch einen blauen Lichtkegel bemerkbar machen, sondern die Flamme nur ein wenig zuspitzen, was für den Ungeübten kein Anzeichen für das Vorhandensein gefährlicher Gase abgiebt; dagegen will man beobachtet haben, dass sich das Gas durch Geruch kenntlich macht[40a]).

---

40) The Mining Journal. 1868. p. 782. — Kuborn a. a. O. S. 126.

40a) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingen. 1883. S. 94. 96. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 277.

In sanitärer Beziehung sucht Dr. Hirt[41]) nachzuweisen, dass die Kohlenwasserstoffe, sowohl das Grubengas, wie das ölbildende Gas, bei der Einathmung zu den indifferenten Gasen gehören, was auch von Dr. Schlockow behauptet wird und nach den Erfahrungen beim Bergbau sich zu bestätigen scheint, da die Bergleute durch körperliche Wahrnehmungen nicht im Stande sind, das Vorhandensein dieser schädlichen Gase zu constatiren.

IV. Schwefelwasserstoff.

Schwefelwasserstoff (H S) bildet sich in kleineren Mengen bei der Sprengarbeit, ferner bei der Verwesung animalischer Stoffe, hauptsächlich aber bei der Zersetzung von Kiesen, die zunächst zu schwefelsauren Salzen umgewandelt werden, aus denen sich bei Gegenwart organischer Bestandtheile Schwefelwasserstoff entwickelt. Nach Experimenten, welche im Report of the South Shields Committee to investigate the Causes of the Accidents in Mines erwähnt sind, geben angefeuchtete Schwefelkiese aus der Tyne Steinkohle bei gewöhnlicher Temperatur reichliche Quantitäten von Sauerstoff.

Das specifische Gewicht des Schwefelwasserstoffs beträgt 1,1912. Wasser nimmt bei 18 Grad Celsius etwa $2^1/_2$ Volumen des Gases auf. Das Gas ist sehr giftig; nach Faraday sterben Vögel in einer Luft, welche $^1/_{1500}$ Schwefelwasserstoff enthält, Hunde bei $^1/_{800}$ Gehalt des Gases, nach Combes ein Pferd bei $^1/_{250}$ Schwefelwasserstoff. Es ist brennbar, entzündet sich schon bei leichtester Gluth des Eisens und giebt als Verbrennungsproducte Wasser ($\dot{H}$) und schwefelige Säure ($\ddot{S}$), so dass es also, obschon selten, brennende, beziehungsweise detonirende Wetter bildet.

Am ehesten kann man es in alten Bauen erwarten, wo es auch im Wasser absorbirt sein kann, beim Abzapfen der Wasser wird es dann auf mechanische Weise frei. Deshalb ist Vorsicht beim Lösen alter Baue nöthig, um die Wasser nicht plötzlich in die Grubenbaue treten zu lassen und die Wetter mit Schwefelwasserstoffgas zu erfüllen. Durch Mangel solcher Vorsicht ereignete sich ein Unglücksfall auf der Steinkohlengrube ver. Sieper und Mühler bei Sprockhövel[42]), ein anderer, nicht in der Literatur erwähnter, im Jahre 1855 auf der Steinkohlengrube Maria Anna und Steinbank bei Bochum; vielleicht war auch das Schwefelwasserstoffgas Ursache der Explosion auf der Sandberger Kupfergrube bei Neusohl[43]) beim Durchschlagen eines Ueberbrechens, welches zuvor eine Zeit lang still gestanden hatte, in alte Baue. Auf Sicilien soll 1881 in einer Schwefelgrube eine Explosion von Schwefelwasserstoffgas stattgefunden haben.

---

[41]) Dr. Hirt a. a. O. Zweite Abtheilung. S. 63. — Dr. Schlockow a. a. O. S. 63.

[42]) Dr. Karsten Archiv f. Bergbau u. Hüttenwesen 1827. Bd. 16. S. 208.

[43]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1861. S. 31.

V. Kohlenoxydgas. Brandige Wetter.

Das specifische Gewicht des Kohlenoxydgases ist 0,967, es vertheilt sich gleichmässig in der atmosphärischen Luft, wird vom Wasser kaum absorbirt und wirkt sehr giftig. Auch nach der Ansicht von Dr. Hirt[44]) wirkt das Kohlenoxydgas direct giftig, indem es beim Einathmen dem Körper, speciell dem Blute, Sauerstoff entzieht und hierdurch ein Ersticken herbeiführt, ausserdem aber wird auch das Gehirn afficirt und die Vergiftung herbeigeführt. In geringen Mengen entsteht es beim Feuersetzen, in grösseren Mengen in der Nähe von Grubenbränden und bildet dann einen Bestandtheil der brandigen Wetter. Die Wirkung derselben ist um so gefährlicher, als der davon Betroffene derselben nicht inne wird, indem er berauscht und bewusstlos ein Opfer der schädlichen Einflüsse wird, bis der Erstickungstod eintritt, wie z. B. im December 1867 auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken der Director und 13 Beamte und Arbeiter auf solche Weise zu Tode gekommen sind. Das Kohlenoxydgas wirkt besonders dadurch schädlich, dass es arterielles Blut in venöses umwandelt; nur in geringen Mengen eingeathmet erzeugt es Zittern, Schwindel und Betäubung. Nach Dumas und Leblanc soll ein Gehalt von 1 Procent Kohlenoxydgas in der Luft unmittelbar tödlich wirken[45]). Das Kohlenoxydgas ist um so gefährlicher, als eine Lampe noch mit eigenthümlichem schwachen Lichte in demselben zu brennen vermag, während der Mensch schon den Gefahren unterliegt[46]). Hierher gehört auch der Kohlendunst, ein eigenthümliches Gemisch von geringen Mengen atmosphärischer Luft, Kohlenoxydgas, Kohlensäure und Kohlenwasserstoff, die beiden letzteren im Verhältniss von 2,54 Proc. und 24,68 Proc.; er entsteht bei Grubenbränden oder Entzündung der Zimmerung, wobei die Verbrennungsproducte auf einer niedrigen Oxydationsstufe stehen[47]). Einer solchen Gasentwickelung erlagen 19 Personen, darunter der Grubendirector, im November 1869 auf der Grube Bully-Grenay im Pas de Calais[48]), in neuester Zeit auch ein höherer Staatsbeamter mit mehren anderen Personen auf dem Steinsalzbergwerk zu Bochnia[49]).

---

[44]) Dr. Hirt a. a. O. Zweite Abtheilung. S. 16. — Dr. Schlockow a. a. O. S. 61.

[45]) Kuborn a. a. O. S. 126.

[46]) Pfähler a. a. O. S. 56.

[47]) Pfähler a. a. O. S. 56.

[48]) Annales des mines. Paris. 7 Série, tome 19. p. 185.

[49]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1876. S. 92. — Berg- und hüttenm. Zeitung. Leipzig 1876. S. 30.

VI. Schwefelige Säure.

Schwefelige Säure entwickelt sich bei Entzündung des Pulvers, wirkt stechend auf die Schleimhäute und erregt Kopfschmerz. Da indess für möglichst baldige Abführung der Pulverdämpfe Sorge getragen sein muss, so ist der Einfluss derselben auf die Arbeiter von sehr untergeordneter Bedeutung.

VII. Quecksilber- und Arsenikdämpfe.

Das Auftreten von Quecksilberdämpfen beschränkt sich auf die betreffenden Gruben Idria, Almaden und ist dadurch zu erkennen, dass sich Goldblättchen mit Amalgam belegen und weisslich werden. Die Arsenikdämpfe, welche sich durch Zersetzung von Arsenikkiesen entwickeln, scheinen bei gutem Wetterzug nicht schädlich zu wirken, während den nachtheiligen Einwirkungen der Quecksilberdämpfe auch durch den stärksten Wetterzug nicht vorgebeugt zu werden scheint.

VIII. Ammoniak.

Ammoniak soll sich zuweilen in geringer Quantität in der Grubenluft finden und scheint seinen Ursprung aus thierischen Excrementen, namentlich in unterirdischen Pferdeställen zu haben. In diesen soll es nachtheilig auf die Schleimhäute wirken[50].

B. Allgemeine Bemerkungen.[50a])

Die Mittel, die Entstehung schlechter Wetter, beziehungsweise die Einmengung sich entwickelnder schädlicher Gasarten in die Grubenluft zu vermeiden, sind sehr beschränkter Art; es gehört dazu Reinlichkeit in den Grubenbauen, Beseitigung faulender Zimmerung, guter Abfluss der Wasser, Reinhaltung der Wasserseigen, Untersagen des Tabackrauchens,

---

50) Kuborn a. a. O. S. 24. 130.

50a) Dr. A. Gurlt: Die Verhütung von Explosionen schlagender Wetter in Steinkohlenbergwerken. Bonn 1880. — Derselbe: über den Abbau Grubengas führender Steinkohlenflötze. Dresden 1883. — Hoernecke: Ueber die Sicherungsmassregeln gegen schlagende Wetter mit besonderer Rücksicht auf die Aus- und Vorrichtung und die Wetterführung in den Steinkohlengruben Deutschlands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31B. S. 279. — Simmersbach: Darlegung und Beurtheilung der beim Steinkohlenbergbau Deutschlands gebräuchlichen Arten der Aus- und Vorrichtung und der Wetterführung. Ebenda. S. 332.

auch Vermeiden von Arbeiten, welche schädliche Gase entwicke z. B. des Feuersetzens.

Zur Beseitigung schlechter und böser Wetter sind Mel von geringem Umfange die stetige Belegung der Betriebspunkte mit arbeitern, weil dadurch die Vermengung der schädlichen Gase mit den Wettern befördert wird, eine Anhäufung derselben also weniger stattfinden kann, auch das sich entwickelnde Grubengas durch das Vorhandensein der Arbeiterlampen dauernd verbrennt; zu diesem Zweck hat man auch sogenannte ewige Lampen angebracht, welche das austretende Grubengas verzehren sollen, aber von sehr zweifelhaftem Werthe sind. — Um der Diffusion zu Hilfe zu kommen, hat man das sogenannte Buschen (Auf- und Abbewegen von Reisig), Eingiessen von heissem oder kaltem Wasser, Einstürzen von Gesteinswänden in Schächte und Abteufen angewendet, um die darin stehende Luftsäule in Bewegung zu setzen. Auf der Grube cons. Ruben, wo nach dem Sümpfen der Grube die Baue mit bösen Wettern erfüllt waren und deren Beseitigung durch alle Ventilationsmittel nicht erreicht werden konnte, leitete man mittelst eines Schlauches Wasserdampf von 3 bis 4 Atmosphären Spannung in die mit bösen Wettern erfüllten Räume und bewirkte in 1 bis 2 Stunden deren Reinigung, so dass sie von Arbeitern wieder betreten werden konnten[51]). Baue ohne Ausgang nach Oben oder Unten sind zu vermeiden, weil ein Luftwechsel dann unmöglich wird. Alter Mann und verlassene Baue sind sorgfältig abzuschliessen, damit der Eintritt der sich in ihnen entwickelnden schlechten Wetter in die gangbaren Grubenbaue vermieden wird. Als wirklich wirksam bleibt nur der lebhafte Wetterzug, welcher der Diffusion der Gase zu Hilfe kommt. Vorschläge, die schädlichen Gase durch chemische oder andere Mittel zu zerstören, sind vielfach gemacht, aber ohne Erfolg geblieben; z. B. wollte man Grubengas im Wormrevier durch Chlorkalk zerstören, was aber durchaus unwirksam blieb, auch nichts verbessert haben würde, da sich Salzsäure (H Cl) entwickelt haben müsste, welche gleichfalls schädlich ist. Dennoch wird in neuerer Zeit von Dr. Hellmann der Vorschlag wiederholt, den Grubenräumen, welche mit Kohlenwasserstoffgas behaftet sind, Chlorgas zuzuführen[52]), wobei aber einerseits die schädliche Wirkung der sich bildenden Salzsäure, andererseits der Umstand ausser Acht gelassen ist, dass die Zersetzung des Kohlenwasserstoffgases durch Chlorgas nur unter Einwirkung des Lichtes d. h. der Sonnenstrahlen stattfindet, deren die Grubenräume entbehren[53]). Langsames Verbrennen des Grubengases durch Kugeln aus Platinschwamm und Thon, welcher beigemengt werden muss, um nicht eine Entzündung durch reinen Platinschwamm zu bewirken, ist

---

[51]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 385.

[52]) Berggeist. Köln 1871. S. 406. — Oesterr. Zeitschr. Wien 1871. S. 359.

[53]) Oesterr. Zeitschr. ebenda. S. 394.

von Wehrle behauptet, von Trasenter durch directe Versuche widerlegt worden[54]).

Auf der katalytischen Eigenschaft rothglühender Platin- und Palladium-Platten, Kohlenwasserstoff zu zersetzen, beruht der gefahrlose Schlagwetter-Verzehrungsapparat von Körner in Freiberg[55]). Derselbe besteht aus einer Ligroinlampe, deren 5 Brenner Asbestkapseln tragen, welche mit Platin und Palladium überzogen sind; nachdem die Kapseln über Tage oder an einem wettersicheren Ort rothglühend gemacht sind, wird der Apparat vor dem mit Schlagwettern erfüllten Orte aufgehängt, indem die Rothgluth der Kapseln durch die Lampe erhalten wird, ohne dass sie zur Weissgluth gesteigert wird, also eine Entzündung selbst des explosiblen Gasgemisches nicht bewirkt werden kann. Dagegen soll das Gas durch die rothglühenden Kapseln mit Hilfe des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs verzehrt werden, was nach Versuchen in Westfalen, so wie auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg in der Weise beobachtet sein soll, dass in der Minute 1 bis 1,5 Kubikmeter, also in 24 Stunden 1500 bis 2000 Kubikmeter Schlagwetter verzehrt wurden, während auf Gruben bei Aachen und Saarbrücken eine Verminderung des Gasgehalts in den Grubenwettern wenig oder gar nicht beobachtet werden konnte. Dagegen wurde überall constatirt, dass die zurückbleibenden Wetter matt, übelriechend, Kopfschmerz erregend waren, so dass der Apparat noch keineswegs zum regelmässigen Gebrauch eingeführt ist.

Vor Erfindung der Sicherheitslampe war es üblich, die schlagenden Wetter absichtlich durch einen besonderen Arbeiter (fire-man) entzünden zu lassen; dieses Verfahren war gefährlich und ohne den beabsichtigten Erfolg, weil bei dieser Entzündung alle Wirkungen der Explosionen eintreten und deren Umfang sich gar nicht vorher bestimmen und eingränzen lässt.

Es ist auch der Vorschlag gemacht worden, durch das ganze Grubengebäude eine electrische Drahtleitung zu legen, welche so eingerichtet ist, dass sie häufig unterbrochen ist, also beim Schliessen der Kette viele Funken zu gleicher Zeit überspringen lässt; diese Funken sollen das explosive Gas vor jeder Schicht und nöthigenfalls auch während der Schicht, nachdem zuvor die Arbeiter die Grube verlassen haben, entzünden und zur Explosion bringen. Abgesehen von der Kostspieligkeit der Anlage und der Unterbrechung der Arbeit können solche freiwillig herbeigeführten Explosionen dem Grubengebäude sehr gefährlich werden, während die nach

[54]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles 1848. tome VII. p. 179.

[55]) Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Königshütte 1881. S. 80. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 181; 1882. S. 113. — Glückauf. Essen 1881. No. 30; 1882. No. 9. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 252. — Dingler polyt. Journal. Bd. 247. S. 427.

der Explosion zurückbleibenden Verbrennungsprodukte, welche in Kohlensäure und Stickstoff bestehen, ein baldiges Eindringen der Arbeiter gar nicht gestatten[56]). Dennoch sind in neuerer Zeit in Folge der mehrfachen durch Entzündung schlagender Wetter hervorgerufenen, grossartigen Unglücksfälle in verschiedenen Modificationen diese Vorschläge wiederholt worden, so von Bessemer[57]), von Langhoff[58]), von Delaurier[59]), von Horsell[60]), von Jeandel[61]).

Auch Dr. Werner Siemens macht in einem Vortrage im electrotechnischen Verein zu Berlin einen ähnlichen Vorschlag[62]). Ausgehend von dem Plane Delaurier's, welcher in der electrischen Leitung dünnere Stellen anbringt und diese durch den electrischen Strom glühend macht, so dass sich aufgestreute Schwefelblumen und durch diese mittelbar die schlagenden Wetter entzünden, will Siemens die Leitung an 20 bis 30 möglichst hoch gelegenen Stellen unterbrechen, so dass an diesen bei Durchleitung des electrischen Stromes Flammen entstehen, welche nicht nur zur Beleuchtung, sondern auch zum Verbrennen der schlagenden Wetter dienen sollen: es wird vergessen, dass es geradezu unmöglich ist, alle Punkte der Grube, wo schlagende Wetter sich entwickeln oder ansammeln, mit der electrischen Leitung zu berühren, also die Gefahr immer noch bestehen bleibt, ferner aber, dass beim jedesmaligen Neuanzünden der electrischen Flammen oder bei plötzlichen Gasentwickelungen gerade durch das Schutzmittel die bedenklichsten Katastrophen herbeigeführt werden können und werden. Ausserdem macht Dr. Siemens den Vorschlag, durch electrische Alarmsignale und eingeschaltete Galvanomoter in der Grube und über Tage nicht nur das Auftreten schlagender Wetter, sondern auch ihre Intensität zu signalisiren, um die Arbeiter vom Anfahren abzuhaltan oder die Eingefahrenen zurückzuziehen: hiergegen ist zu bemerken, dass es unmöglich ist, alle die vielen Punkte, wo es erforderlich wäre, mit solchen Warnapparaten, welche die electrische Leitung beim Auftreten schlagender Wetter schliessen und die Signale in Bewegung setzen sollen, ausreichend zu besetzen, dann aber dass die bisher angegebenen Warnapparate sich

---

56) E. Sommer in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig. Jahrgang 1867. S. 81. — Derselbe in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrgang 1867. S. 109.

57) Glückauf. Essen 1869. No. 39. 40. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 340.

58) Dingler polyt. Journ. Bd. 190. S. 339. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 356. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 91.

59) Dingler polyt. Journ. Bd. 191. S. 339. — Der Naturforscher. Berlin 1868. S. 342. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 528. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 31.

60) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 297.

61) Soulié et Lacour: Matériel et procédés de l'exploitation des mines. p. 60.

62) Zeitschr. des electrotechnischen Vereins. Berlin 1880. S. 191. — Pieler in Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1880. S. 305.

als nicht zuverlässig erwiesen haben. Ein dritter Vorschlag des Dr. Siemens endlich ging — unabhängig von der Anwendung des electrischen Stromes — dahin, den Austritt der Gase in die Grubenluft dadurch zu verhindern, dass im ganzen Grubengebäude ein dauernder Ueberdruck erzeugt werde, indem er meint, dass dieser Ueberdruck nur ein sehr geringer zu sein brauche. Abgesehen davon, dass die letzte Meinung irrig ist, da die Gase aus der anstehenden Kohle meist unter hohem Druck austreten, worauf die sog. Bläser und der auf die Kohlen ausgeübte Druck hindeuten, wird es unmöglich sein, in einem ausgedehnten Grubengebäude, in welchem beständig und an vielen Punkten manipulirt wird, die Zugänge so abzuschliessen, dass die Luft auf eine genügende Pressung gebracht werden könnte; bei jedem Fehler in den Abschlüssen und in der Wetterführung würde sofort eine Depression eintreten und dadurch der plötzliche und gewaltsame Austritt der zurückgedrängten Gase bewirkt werden. Also auch diese wohlgemeinten Rathschläge des Dr. Siemens, des begeisterten Förderers der Electrotechnik, erscheinen vor der Praxis nicht bewährt.

Günther wiederholt einen schon früher gemachten Vorschlag[63]), die schlagenden Wetter durch einen sogenannten Entzündungsbehälter (bei grösseren Gruben durch mehre) zu entzünden und die Verbrennungsprodukte durch ein Röhrensystem zum ausziehenden Schachte zu leiten. Der Entzündungsbehälter kann eine beliebige und den Verhältnissen angemessene Grösse haben; der untere Theil besteht aus zwei oder drei Drahtgazewandungen, welche je 52 bis 78 Millimeter von einander entfernt sind; der obere Theil besteht aus einer konischen Blechhaube, in welche oben das Abzugsrohr luftdicht angeschlossen ist. In dem Behälter brennt dauernd eine Lampe, welche die schlagenden Wetter entzündet, ohne dass die Flamme nach Aussen wirken kann, während die Verbrennungsprodukte für die Arbeiter unschädlich abgeführt werden. An der Röhrenleitung sind Indicator-Signale angebracht, welche die Heftigkeit der Einströmung der schlagenden Wetter anzeigen, so dass die Belegschaft bei Zeiten zurückgezogen werden kann. — Von Minary ist in der Akademie der Wissenschaften zu Paris ein Vorschlag zur Entfernung der Kohlenwasserstoffgase gemacht, welcher auf deren grössere Leichtigkeit, also auf das Bestreben, in der atmosphären Luft in die Höhe zu steigen, beruht. Er will in 10 bis 20 Meter Entfernung in den Strecken Ueberhauen anbringen, welche mehre Kubikmeter Gas fassen können; in diese soll das Gas aufsteigen und sich sammeln; sie sind unten verschlossen und nur mit Oeffnungen zum Ein- und Ausströmen versehen. Es ist dabei nöthig, dass der Wetterzug nicht zu stark ist, damit keine Vermischung der Gase mit der sonstigen Luft stattfinde. In der Strecke befindet sich ein Rohr, aus welchem ein Zweigrohr in jede Gaskammer bis zu deren Firste führt und welches

[63]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 9. — Der Berggeist. Köln 1876. S. 109.

über Tage mit einem saugenden Ventilator in Verbindung steht, so dass dieser die Grubengase aus den Kammern zu Tage schaffen kann[64]). — Der Plan von Soulary[65]), welcher übrigens, wie die vorerwähnten, bisher nicht zur Ausführung gelangt ist, beabsichtigt eine Drainage der abgebauten Räume, indem die Strecken, welche gegen den umgehenden Bau möglichst luftdicht abgeschlossen werden, mit trockenem Mauerwerk ausgesetzt und mit dem ausziehenden Luftstrom in Verbindung gesetzt werden, sofern die Kohlen nicht zur Selbstentzündung neigen; ist letzteres der Fall, so werden die Wetter aus dem alten Mann einer Röhre zugeleitet, welche in dem ausziehenden Wetterschachte zu Tage geführt ist.

Als wesentliches Mittel zur Verringerung der Zahl der Unglücksfälle wird mit Recht der sorgfältige Abschluss des abgebauten Feldes empfohlen, weil der Austritt der schlagenden Wetter aus diesen in die Betriebsräume der Erfahrung gemäss von verheerendster Wirkung ist. Simmersbach[66]) räth deshalb, sämmtliche alte Baue sofort nach Einstellung des Betriebes luftdicht abzuschliessen, wozu er eine Mauer von 0,628 Meter Dicke für hinreichend hält, wenn dieselbe nach Innen zwar aus Bergen, nach Aussen aber zwei Steine stark aus Ziegelsteinen in Mörtel hergestellt wird. Zur Vermeidung der Diffusion der Gase muss aber die dem Betriebe zugekehrte Seite des Dammes mit Asphalt bestrichen und für die Gase undurchdringlich gemacht werden.

Zur Beseitigung von Kohlensäure hat man die Einbringung von gelöschtem Kalk oder Kalkmilch vorgeschlagen, wodurch die Kohlensäure gebunden wird; es würde sich dies allenfalls in Abteufen empfehlen, ist aber im Uebrigen von zu localer Wirkung.

Das Erkennen des Zustandes der Wetter erfolgt für die gewöhnlichen Arten von guten, schlechten, brandigen Wettern durch die Lichtflamme, welche je nach dem Zustande hell oder dunkel, qualmend, russig brennen wird, bei schlagenden Wettern hat man ausschliesslich die Sicherheitslampe zu benutzen, in der man das Grubengas an der die Oelflamme umgebenden blauen Flamme (auréole) erkennen kann[67]). Da die Oelflamme durch ihren hellen Schein die blaue Flamme verdeckt, zieht man den Docht möglichst tief herunter, damit die Flamme der Kohlenwasserstoffgase besser hervortritt, doch soll die Erscheinung der blauen Flamme erst bei einem Gehalt der Luft von 3 Procent Grubengas wahr-

---

[64]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 297.

[65]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 4. p. 575. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome 11. p. 241. — Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 146.

[66]) Simmersbach: die Verhütung von Unglücksfällen in Kohlengruben durch schlagende Wetter in Berggeist. Köln 1869. S. 435. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 345.

[67]) Glückauf. Essen 1882. No. 75.

nehmbar sein. Um geringere Mengen beobachten zu können, schlagen Mallard und Le Chatelier[67a]) vor, zur Untersuchung eine Wasserstoffgasflamme zu benutzen, welche wenig leuchtet, eine hohe Temperatur entwickelt und so den blauen Kegel der Grubengasflamme sichtbarer hervortreten lässt. Der Wasserstoff wird in dem Gefäss der Lampe erzeugt, ähnlich wie bei der Döbereiner'schen Zündlampe. Statt des Glascylinders besitzt die Lampe eine Kupferhülle, in welche eine Lampe eingesetzt ist, um durch dieselbe die in ihrem Focus befindliche Wasserstoffflamme zu beobachten. Bei den Versuchen machte sich schon ein Gehalt von $^1/_2$ Procent Grubengas durch blaue Färbung der Flamme bemerkbar, die aber bei einem Gehalt von 1 Procent sehr hell und deutlich hervortrat. Mit solchen Lampen sollen die Aufsichtsbeamten die Anwesenheit schlagender Wetter constatiren, noch bevor sie gefährlich werden.

Pieler[67b]) hat zur Beobachtung des Vorhandenseins schlagender Wetter eine Spirituslampe eingeführt, wozu er eine gewöhnliche Davy'sche Lampe benutzt und nur die Oellampe in eine Spirituslampe umwandelt und das Drahtnetz etwas höher als gewöhnlich nimmt, damit der Lichtkegel sich völlig entwickeln kann; über dem Brenner ist ein kleiner konisch zulaufender Schornstein angebracht, welcher die Flamme bis zu 30 Millimeter verdeckt und einen festen Anhalt zur Abschätzung der Länge der Flamme bietet. Bereits bei einem Gehalt von $^1/_4$ Procent Grubengas zeigt sich ein schwach leuchtender Lichtkegel von blaugrauer Farbe und 30 Millimeter Länge nach Aussen verwaschen; bei einem Gehalt von $^1/_2$ Procent wird derselbe 50 bis 60 Millimeter lang, an seinem unteren Ende deutlicher begränzt, oben noch verschwommen; bei $^3/_4$ Procent tritt die blaue Farbe deutlicher hervor, die Begränzung wird schärfer, die Länge des Kegels 75 Millimeter; bei 1 Procent ist der Kegel 90 Millimeter lang, scharf begränzt und intensiv blau gefärbt; bei höherem Gehalt nimmt er weiter an Länge zu, ist bei $1^1/_4$ Procent 100 Millimeter, bei $1^1/_2$ Procent 120 Millimeter lang und erreicht bei $1^3/_4$ Procent das obere Ende des Drahtnetzes, die Leuchtkraft wächst entsprechend, die Farbe wird tief blau. Bei 2 Procent tritt am oberen Ende des Lichtkegels eine deutliche Erbreiterung ein, welche bei höherem Gehalt zunimmt, bis sich das ganze Drahtnetz mit der blauen Flamme erfüllt. Bei diesen Mischungsverhält-

---

[67a]) Comptes rendus des Séances de l'académie française des Sciences. Paris. Vol. 88. p. 749. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 415. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1879. S. 424; 1880. S. 307. — Glückauf. Essen 1879. No. 69; 1880. No. 3. — Annales des mines. 7 série, tome 19. p. 186.

[67b]) Pieler: über einfache Methoden zur Untersuchung der Grubenwetter. Aachen 1883. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 253; Bd. 31B. S. 84. 206. — Zeitschr. des oberschles. berg. u. hüttenm. Vereins. Kattowitz 1883 S. 209.

nissen wird auch in der Davy'schen Oellampe der Lichtkegel bereits sichtbar, wenn man die Flamme bis zum Verschwinden des leuchtenden Theils herabzieht.

Cosset-Dubrulle legt um den Docht der Sicherheitslampe einen Schirm aus Schwarzblech, so dass die Flamme sich in der Mitte dieses Schirmes befindet. Beim Auftreten einer Spur von Schlagwettern wird die Flamme bläulich, vergrössert sich und ändert alsdann die Farbe ins Röthliche. Mit Hülfe des schwarzen Schirmes und zweier an demselben angebrachten Zwingen kann man die Farbenunterschiede und die Flammenlängen und hierdurch mit ziemlicher Genauigkeit den Procentgehalt der Luft an Grubengas bestimmen, mit einiger Uebung soll man die Anwesenheit derselben schon bemerken, wenn es selbst weniger als 1 Procent beträgt[67e]).

Schwefelwasserstoff, ebenso miasmatische Stoffe machen sich durch den Geruch bemerkbar, was sonst nur noch die brandigen Wetter thun.

Zum Erkennen des plötzlichen Auftretens schlagender Wetter sowohl, wie der allmäligen Ansammlung derselben, endlich auch zur Wahrnehmung der Kohlensäure sind von Ansell Instrumente angegeben, deren Wirkung auf der von Dutrochet und Graham aufgefundenen Osmose und der darauf gegründeten Diffusion der Gase, hier Grubengas, beziehungsweise Kohlensäure einerseits und atmosphärische Luft andrerseits beruht. Im Anfang benutzte Ansell als Diaphragma Kautschuk[68]), hat aber statt dessen später Thon oder Marmor eingeführt. Für das Erkennen plötzlich auftretender schlagender Wetter besteht der Wetterindicator[69]) aus einem metallenen, gewöhnlich eisernen Trichter, an dem sich eine aus gleichem Material gefertigte Uförmige Röhre anschliesst, Fig. 630. Am freien Ende dieser Röhre ist mittelst einer Messingfassung ein kurzes Glasrohr a befestigt, mit welchem der eine Poldraht einer galvanischen Batterie verbunden wird; das Glasrohr isolirt zugleich eine auf seiner Mündung aufgekittete Messingkappe, durch welche eine Stellschraube hindurchgeht, an deren unterem Ende ein kurzer mit einer Platinspitze versehener Kupferdraht angelöthet ist. In den eisernen Trichter giesst man Quecksilber so

---

[67e]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 500. — Glückauf. Essen 1882. No. 75. — Bulletin de la société de l'ind. minér. 2 série, t. 11. p. 989.

[68]) Ansell's Apparat zur Nachweisung schlagender Wetter in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 216. — v. Wroblewsky über die Diffussion der Gase in Poggendorff Annalen der Physik u. Chemie. Leipzig 1876. Bd. 158. S. 539.

[69]) The Mechanics' Magazine. Jahrgang 1867. S. 87. — Dingler polyt. Journ. Bd. 183. S. 459. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 173. — Der Berggeist. Köln 1878. S. 305. — Glückauf. Essen 1878. No. 84; 1882. No. 74. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 58. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 25. S. 120. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 21. p. 563.

lange, bis dasselbe in dem Glasrohr einen bestimmten Stand einnimmt. Auf den Rand des Trichters ist ein Deckel von gebranntem Thon (Wedgewoodmasse) aufgekittet, welcher als Diaphragma dient. Der zweite Poldraht der Batterie wird mit dem Trichter in Verbindung gebracht, während der erste durch die Messingkappe mit der Platinspitze verbunden ist. Sobald die Diffusion eintritt, wird das Quecksilber in die Höhe gepresst, kommt mit der Platinspitze in Berührung und schliesst dadurch die Kette, in welche eine Lärmglocke eingeschaltet ist, welche beim Schliessen der Kette das Läuten beginnt; sobald also sich Grubengas entwickelt, welches durch das Diaphragma schneller in den Trichter eindringt, als die atmosphärische Luft austritt, wird die Kette geschlossen und das

Fig. 630.

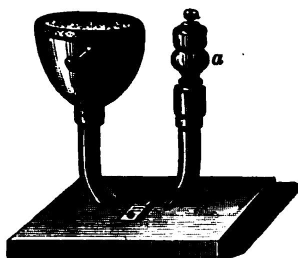
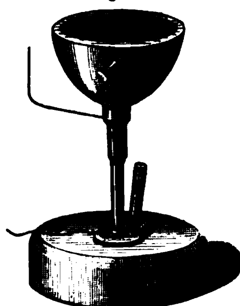


Fig. 631.



Läuten der Glocke beginnt. Nach Ansell's Beobachtungen kann man die Platinspitze so stellen, dass das Warnungssignal schon binnen zwei Sekunden nach dem Auftreten des Grubengases gegeben wird.

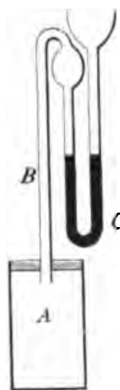
Zur Wahrnehmung der allmäligen Anhäufung von Grubengas benutzt Ansell Diaphragmen von Marmor von mässiger Dicke; mittelst einer Marmorplatte von $6^1/_2$ Millimeter Stärke kann das Vorhandensein eines seit einer halben Stunde und mittelst einer 13 Millimeter starken Marmorplatte die Gegenwart eines seit zwei Stunden entstandenen und in dieser Zeit bis zur Explosionsfähigkeit veränderten Gasgemisches nachgewiesen werden, indem die Signalglocke sich in Bewegung setzt. Die Instrumente müssen an dem zu untersuchenden Punkte hoch, nahe der Firste aufgestellt werden, da sich hier trotz des Diffusionsgesetzes die Gase anhäufen. Es wird empfohlen zwei Indicatoren aufzustellen, von denen der eine die plötzliche, der andere die langsame Entwicklung schlagender Wetter nachweist.

Zur Untersuchung über das Vorhandensein von Kohlensäure hat Ansell dem beschriebenen Apparat eine etwas abweichende Construction gegeben, welche unmittelbar aus Fig. 631 ersichtlich ist. Die Kette ist geschlossen, sobald das Quecksilber in dem vom Trichterhalse gebildeten abgeschlossenen Raum bis zu dem Drahte aufsteigt. Man adjustirt das Instrument durch Neigen des dasselbe tragenden Fusses, indem dann ein Kork auf ein Ledersäckcken drückt und dadurch das Quecksilber bis zu

der erforderlichen Höhe emporpresst. Man hat noch nicht hinreichende Erfahrung, ob Marmor als Diaphragma benutzt, gegen die Einwirkung der Kohlensäure dauerhaft genug ist, nöthigenfalls würde sich dafür ein Ersatz finden. Die französischen Weinproducenten benutzen dieses Instrument zur Bestimmung des Zeitpunktes, in welchem die Gährung des Mostes eintritt.

Von einfacherer Construction ist der von Dr. van der Weide angegebene Apparat. Derselbe besteht in einer porösen Thonzelle A, Fig. 632, wie sie für elektrische Batterien angewendet werden, deren Oeffnung mittelst eines grossen Korkstopfens verschlossen wird; in denselben ist die untere Mündung B eines sogenannten Sicherheitsrohres, eines dreifach gebogenen Glasrohres, eingesetzt. Der Kork selbst, so wie die Verbindungsstellen desselben mit der Zelle und dem Rohre werden Behufs sicheren Abschlusses sorgfältig mit Siegellack überzogen; die untere Biegung C des Rohres wird mit gefärbtem Wasser gefüllt. So lange der Apparat sich in einem Raume befindet, wo die äussere Luft gleiche Beschaffenheit mit der in der Thonzelle befindlichen hat, bleibt das Wasser in beiden Schenkeln der Glasröhre gleich hoch und unverändert; sobald er aber in eine Atmosphäre gebracht wird, welche ein anderes Gas enthält, z. B. schlagende oder brandige Wetter, so tritt ein ungleicher Austausch durch die Poren der Zelle ein und die in dieser stattfindende Vermehrung oder Verminderung der atmosphärischen Luft wird sofort durch den ungleichen Stand der Flüssigkeit in den beiden Röhrenschenkeln angezeigt. Schlagende Wetter dringen in grösserer Quantität in die Zelle, als aus dieser Luft entweicht, so dass der Druck auf die Flüssigkeit von Innen nach Aussen wirkt und diese im äusseren Schenkel steigt. Umgekehrt dringen brandige Wetter (Kohlensäure und Stickstoff) in geringeren Mengen in die Zelle, als Luft austritt, so dass der Druck von Aussen wirkt und die Flüssigkeit im inneren Schenkel in die Höhe tritt. Hierdurch ist man in den Stand gesetzt, nicht nur die Anwesenheit fremder Gase, sondern auch ihre Art zu erkennen[70]). Die Empfindlichkeit beider Apparate wird dadurch verringert, dass der osmotische Druck auf eine verticale Flüssigkeitssäule wirkt, indem das Gewicht der gehobenen Flüssigkeit sehr bald zurückdrängen muss; die Wirkung wird ungleich schärfer sein bei Anwendung einer horizontalen Flüssigkeitssäule.

Fig. 632.



Turquau, ein Franzose, hat einen Wecker construirt, welcher, in Verbindung mit einer Sicherheitslampe, in Thätigkeit tritt, sobald die Wetter durch Grubengas explodirbar geworden sind. Derselbe ist ein ein-

[70]) Dingler polyt. Journal. Bd. 196. S. 513. — Glückauf. Essen 1870. No. 39; 1878. No. 84. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 257; Jhrg. 1878. S. 306. — Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1870. S. 167.

facher mit Feder, Schlagwerk, Steigrad und Sperrarm versehener Wecker, an dessen Sperrarm eine in Salpetersäure getauchte Schnur von Baumwolle befestigt ist, welche in das Drahtnetz einer aufgehangenen Sicherheitslampe reicht. Erreicht das Gemisch der Luft mit dem Grubengas die Fähigkeit zu explodiren, d. h. entzünden sich die Wetter innerhalb des Drahtnetzes, so verbrennt auch die Baumwollenschnur und der Sperrarm wird frei, wodurch der Wecker in Thätigkeit tritt und die Arbeiter warnt, — allerdings in einem sehr späten Moment — die Arbeit nicht länger fortzusetzen[71]). — Der akustische Grubengasanzeiger von Forbes[72]) beruht auf der Thatsache, dass der Schall in einem dünneren Gase sich schneller fortpflanzt, als in einem dichteren und dass die mit Grubengas geschwängerte Grubenluft geringere Dichtigkeit besitzt, als reine Luft. Der Apparat soll nach den Versuchen, über welche er nicht hinausgekommen ist, schon einen Gehalt von 0,5 Procent anzeigen. — Der Grubengasanmelder von Siemens und Halske besteht aus einer thermoelectrischen Säule, welche an der einen Seite mit Platinmoor überzogen ist. Dieser verdichtet das Grubengas, wodurch die eine Seite der Säule erwärmt und in derselben ein electrischer Strom erzeugt wird, welcher durch eine Leitung zu Tage geführt und durch einen eingeschalteten Galvanometer erkennbar gemacht wird[73]). — Ein anderer Apparat[74]) besteht aus einer cylinderischen Büchse von 80 Millimeter Höhe und 50 Millimeter Durchmesser, welche oben und unten mit einem Boden von doppelter Drahtgaze versehen ist; in diesen ragen 2 Platinspitzen, welche mit einem Inductionsstrom verbunden sind, so dass der überspringende Funken eine Entzündung des Gasgemisches bewirkt, welches gefahrlos explodirt. Der durch die Explosion hervorgerufene Druck bewirkt das Niederfallen einer Klappe, welche durch den Contact über Tage eine Nummer hervorspringen lässt und dadurch dem Beamten das wetterbenöthigte Ort anzeigt, indem an allen Orten, wo sich Grubengas entwickelt, mit entsprechenden Nummern versehene, in den Inductionsstrom eingeschaltete Apparate aufgestellt sind. Diese und ähnliche Warn- und Lärmapparate wie z. B. von Maurice[75]), von Schoepfleuthner[76]) sind von zweifelhaftem Werth und kaum in die Praxis eingeführt. Dahin gehören auch die Apparate von Wilson[77]),

---

[71]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 317. — Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1872. S. 286. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1872. S. 420.

[72]) Dingler polyt. Journal. Bd. 234. S. 377. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 84. — Glückauf. Essen 1880. No. 10: 1882. No. 74.

[73]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 128.

[74]) Dingler polyt. Journal. Bd. 226. S. 510. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 169. — Glückauf. Essen 1877. No. 57.

[75]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 470.

[76]) Dingler polyt. Journal. Bd. 231. S. 280.

[77]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 462.

von Somzée[78]), von Liveiing[79]), von Monnier[80]), der Phanero-Grisoumeter von Gossiaux[81]) u. a. m. — Ob die chemische Untersuchung der Grubenwetter einen ausreichenden Massstab über den jedesmaligen Stand der Wetterführung und den Gehalt an Grubengas bietet, erscheint deshalb unsicher, weil die Probenahme eine schwankende ist, da sie nur an relativ wenigen Punkten im Verhältniss zum ganzen Grubengebäude stattfinden kann. Dieselbe erfolgt dadurch, dass man Glasröhrchen von 50 Kubikcentimeter Inhalt, welche mit Wasser gefüllt und mit einem Kautschukstöpsel geschlossen sind, in die Grube bringt, dort an bestimmten Punkten öffnet und entleert, so dass sie sich mit dem Luftgemisch des Ortes füllen, worauf sie wieder verschlossen werden. Zur Untersuchung wird die Luft aus den Glasröhrchen nach Thénard[82]) in ein Eudiometer gebracht und mittelst Durchleitung eines electrischen Funkens, sofern brennbare Gase in der Luft enthalten sind, entzündet, so dass man durch Ablesen an der Scale des Eudiometers das Volumen d. h. den relativen Gehalt an Grubengas feststellen kann. Coquillon hat hierzu einen besonderen Apparat unter dem Namen Grisoumeter[83]) vorgeschlagen, bei dem die Entzündung durch eine rothglühende Palladiumspirale erfolgt; er hat einen Apparat zum Gebrauch in der Grube und einen grösseren zur Untersuchung der aufgefangenen Luft über Tage angegeben.

Winkler[83a]) hat zur Probenahme der Grubenwetter Behufs deren chemischer Untersuchung einen 10 Liter fassenden Zinkblechcylinder mit Wasser gefüllt, an dem Ort, dessen Luft er untersuchen will, das Wasser ausfliessen und dadurch die Luft eintreten lassen. Mit dem Cylinder ist ein Chlor-Calcium-Rohr verbunden, durch welches der Wassergehalt der zu probirenden Luft bestimmt wird, während ein anderes mit Glaswolle gefülltes Rohr zur Bestimmung des in der Luft enthaltenen Staubes dienen

[78]) Ebenda. Wien 1881. S. 220. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 26. S. 547.

[79]) Ebenda. Wien 1880. S. 586. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 456. — Dingler polyt. Journal. Bd. 244. S. 206. — Glückauf. Essen 1882. No. 74.

[80]) Zeitschr. des electrotechnischen Vereins. Berlin 1882. S. 165.

[81]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 586. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 30. p. 287.

[82]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 59.

[83]) Comptes rendus des séances de l'académie française. Paris. t. 84. p. 458. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Étienne. 2 série, t. 6. p. 431. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 423. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 351. — Der Berggeist. Köln 1878. S. 306. — Glückauf. Essen 1878. No. 84; 1882. No. 74. — Dingler polyt. Journal. Bd. 224. S. 657; Bd. 247. S. 427. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30 B. S. 251.

[83a]) Jahrbuch f. d. B.- u. H.-Wesen. Freiberg 1882. I. S. 65. — Dingler polyt. Journal. Bd. 247. S. 426.

soll. Der Sauerstoff wurde im Laboratorium durch Absorption, die Kohlensäure mittelst Barytwasser, das Grubengas durch Verbrennung mit glühendem Kupferoxyd und Titrirung der gebildeten Kohlensäure mit Barytwasser bestimmt. Die Proben wurden von jedem Ort an einem Arbeitstage und an einem Sonntage genommen.

Der gute Zustand der Wetter bringt erhebliche Vortheile, wobei Humanitätsrücksichten für die Arbeiter zwar obenan stehen, aber auch materieller Gewinn erreicht wird, denn die Arbeiter leisten in guten Wettern mehr, als in schlechten, die Zimmerung hat längere Dauer, die Arbeiter werden später Invaliden, es wird also eine Erleichterung der Knappschaftskasse erreicht, für welche in vielen Bergrevieren — in den deutschen obligatorisch — die Grubenbesitzer Beiträge zu leisten haben: Explosionen von Grubengas bewirken, abgesehen von dem bedauernswerthen Verlust von Menschenleben, Zerstörungen in den Grubenbauen, welche kostspielig zu repariren sind, so dass man allen Grund hat, ihr Auftreten oder wenigstens ihre Ansammlung zu verhindern. Dies erkennend, hat das Bergwergs-Ventilations- und Inspectionsgesetz im Staate Pennsylvania vom 3. März 1870 in Section VIII.[84]) angeordnet, dass auf jeder Grube ein besonderer Wetteraufseher anzustellen ist, welcher die Ventilationsapparate, die Wetterstrecken, Signal- und Sprechapparate u. s. w. sorgfältig zu überwachen, vor der Schicht die Grube auf schlagende Wetter zu untersuchen, die Arbeiter vom Anfahren abzuhalten, bis jene Untersuchung vollendet oder die gefundene Gefahr beseitigt ist, nach der Schicht die Grube zu untersuchen hat, ob die Wetterthüren geschlossen sind und der Luftzug frei und ungehindert ist; auch hat dieser Aufseher Messungen über die Stärke des Wetterzuges allwöchentlich am ein- und ausziehenden Schachte, in den Strecken und vor Ort vorzunehmen. Dasselbe Gesetz bestimmt auch in Section III, dass in jeder Grube zwei getrennte Schächte, Stolln oder Ausgänge vorhanden und 47 Meter von einander entfernt angelegt sein müssen, nicht nur weil dadurch eine nothwendige Bedingung des Wetterwechsels erfüllt wird, sondern vorzugsweise deshalb, damit nach dem Eintritt einer Explosion der Belegschaft ein sicherer Ausweg geboten ist. Nach Section VII des Gesetzes endlich werden bestimmte Vorschriften über die Ventilation gegeben, über die Menge der zuzuführenden Luft (vergl. oben S. 288), über die Art der Zuführungsmittel und dabei bestimmt, dass nur dicht an oder auf dem Schachte ein Wetterofen zur Erzeugung einer heissen, ausziehenden Luftsäule angelegt werden darf; endlich wird bestimmt, dass die Strecke für den einziehenden Wetterstrom keinen geringeren Querschnitt als 1,97 Quadratmeter und für den ausziehenden nicht unter 2,4625 Quadratmeter haben darf. Auch in England hält man das doppelte Schachtsystem für nothwendig und hat diese Anordnung durch das Gesetz vom 10. August 1872 the Coal Mines Regulation Act (35 und

[84]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

36 Vict. c. 76) Art. 20 (Prohibition of singles shafts) für obligatorisch erklärt[85]), während Simmersbach[86]) einen Schacht für ausreichend hält, wenn nur für durchgreifende Ventilation gesorgt wird, die er aber beim Vorhandensein schlagender Wetter nicht durch Wetteröfen gesichert ansieht, weil dieselben an und für sich Gefahren mit sich führen, die nur durch kräftige und für jedes Abbausystem besonders bestimmte Wettermaschinen als gehoben oder wenigstens verringert angesehen werden können. Auch Simmersbach fordert die Anstellung besonderer Wetter-Controlbeamten. In ähnlicher Weise spricht man sich neuerdings in Bezug auf die englischen Kohlengruben aus[87]), wo man gleichfalls eine verschärfte Controle fordert, das Schiessen an Orten mit schlagenden Wettern gänzlich verboten oder nur unter specieller Aufsicht ausgeführt wissen will[88]), den Wettermaschinen vor den Wetteröfen der Vorzug eingeräumt und der Vorschlag gemacht wird, beim Vorhandensein schlagender Wetter von der Anwendung getheerter Leinewand als Wetterscheider abzusehen, weil sie durch leichtere Durchdringlichkeit und Zerstörbarkeit gefährlich sind und eine geringere Lebhaftigkeit des Wetterstromes und deshalb Anhäufung schlagender Wetter vor Ort erzeugen. Die schweren Unglücksfälle auf der Steinkohlengrube Neu-Iserlohn, bei denen wahrscheinlich die Entzündung stark gespannter Grubengase in Klüften bei der Schiessarbeit die Katastrophen theilweise herbeigeführt hat, haben dem Oberbergamte zu Dortmund Veranlassung gegeben, in einer Polizeiverordnung vom 25. November 1870 für diese Grube beim Vorhandensein starker Ansammlungen schlagender Wetter in der Nähe von Arbeitspunkten oder bei der Entwickelung derselben vor dem Arbeitspunkte selbst die Schiessarbeit überhaupt zu verbieten, aber auch, wo schlagende Wetter nur schwach und zeitweise auftreten, dieselbe nur mittelst Stahl, Stein und nicht Flamme gebenden Zündmitteln und dann nur durch den Abtheilungssteiger oder unter dessen Verantwortung zu gestatten[89]).

Da das allgem. Berggesetz für das Königreich Preussen vom 25. Juni 1865 eine Bestimmung nicht enthält, hat das Oberbergamt zu Dortmund unterm 1. October 1881 eine Polizeiverordnung erlassen, wonach jedes im Betrieb befindliche Bergwerk mit zwei von einander getrennten fahrbaren Ausgängen nach der Oberfläche versehen sein muss, welche mindestens 30 m von einander entfernt sein müssen, nicht in ein und demselben Gebäude zu Tage ausgehen dürfen, auch von allen Betriebspunkten der Grube

---

[85]) The double and single schaft systems in the Mining Journal. London 1868. S. 418. — Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn. Bd. 14. S. 1. 28.

[86]) Simmersbach: a. a. O. Berggeist 1869. S. 436. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 346.

[87]) Glückauf. Essen 1869. No. 11.

[88]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 349. 1226; Vol. 44. p. 61; Vol. 46. p. 627.

[89]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 25.

jederzeit erreichbar sein müssen[90]). Auch sind für die Handhabung der Wetterführung beim Vorhandensein schlagender Wetter für ganze Reviere oder einzelne Gruben Reglements und Verordnungen erlassen worden z. B. für die Grube Heinitz bei Saarbrücken[91]), für den Bereich der Berghauptmannschaft zu Wien[92]) u. a. m. Auch das Oberbergamt zu Breslau hat mittelst Verordnung vom 9. Mai 1883 das Vorhandensein zweier fahrbarer Ausgänge für obligatorisch erklärt[92a]).

In Frankreich hat man sich veranlasst gesehen, in einer Instruction des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 6. December 1872 über die in Bergwerken mit schlagenden Wettern zu treffenden Sicherheitsmassregeln, namentlich über die Wetterführung, gegen die Gefahren der schlagenden Wetter möglichst Vorsorge zu treffen[93]). — In Belgien ist bei Gelegenheit der Ausstellung für Hygiene und Rettungswesen in Brüssel im Jahre 1876 diesem Gegenstande durch Habets besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden, welcher die Mittel, den Wetterexplosionen vorzubeugen oder sie wenigstens möglichst unschädlich zu machen, in einem Vortrage ausführlich erörterte und im Wesentlichen darauf zurückkommt, dass durch regelmässige Barometer- und Thermometer-Beobachtungen die Gefahr für die Entwickelung der schlagenden Wetter controlirt wird, dass eine genügende künstliche Ventilation stattfindet, welche durch Reserven jederzeit verstärkt werden kann, und dass der Streckenbetrieb und die Kohlengewinnung in Gruben mit schlagenden Wettern nicht mittelst Sprengschüssen, sondern durch Keilbohren stattfindet[94]). — Burton[94a]) hat, um die Schiessarbeit in den Gruben mit schlagenden Wettern zu ermöglichen, vorgeschlagen, in den Strecken vor Ort, wo geschossen werden soll, Kohlensäure frei zu lassen, indem er der Ansicht ist, dass, wenn zu dem explodirenden Gemisch von Grubengas und Luft $^1/_7$ ihres Volumens an Kohlensäure hinzutritt, die Explosibilität aufgehoben wird. Er will die über Tage aus Kreide dargestellte Kohlensäure in Reservois auffangen und diese in die Grube bringen, um sie an den betreffenden Stellen zu entleeren. Das vorgeschlagene Verfahren würde sehr kostspielig sein und schon deshalb sich nicht als praktisch bewähren.

---

[90]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 A. S. 85. — Dr. Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn. Bd. 23. S. 1.

[91]) Dr. Brassert a. a. O. Bd. 21. S. 417.

[92]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1877. S. 340.

[92a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 A. S. 54.

[93]) Koch: Die neuen Vorschriften über die Sicherung gegen schlagende Wetter in Frankreich in Dr. Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn 1873. S. 273.

[94]) Hasslacher in Glückauf. Essen 1877. No. 5. 7. 9. 12. — Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 329. — Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 62.

[94a]) Revue universelle. 2 série, t. 9. p. 491. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 86.

Kuborn[95]) weist nach, dass in Kohlengruben trotz der besten Ventilation die Luft immerhin schädliche Bestandtheile enthält, welche allmälig nachtheilig auf den Gesundheitszustand der Arbeiter wirken, weshalb er die allergrösste Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand Seitens der Grubenverwaltungen fordert. Hierauf wird auch in England neuerdings grosses Gewicht gelegt, wo ein Herr Hermon einen Preis auf Mittheilung eines sicheren Mittels zur Vorbeugung der durch die schlagenden Wetter hervorgerufenen Unglücksfälle gesetzt hat[96]) und namentlich grösste Aufmerksamkeit und sorgfältige Beobachtungen empfohlen werden[97]). Es wird Aufgabe der in den wichtigsten Bergbaustaaten eingesetzten Wettercommissionen (S. 294) bleiben, Mittel und Wege zu finden, um diesen verderblichsten Feind des Bergmanns zu beherrschen.

Vielfach ist der Zusammenhang der Explosionen schlagender Wetter mit dem Barometerstande, d. h. mit dem Luftdruck oder den Jahreszeiten bestritten und, wenn zugegeben, sehr verschieden erklärt. Zunächst ist die Thatsache, dass ein gewisser Einfluss der Jahreszeiten stattfindet, in Belgien ziemlich festgestellt, denn in den Jahren 1820 bis 1850 hatte man, auf die einzelnen Monate und Jahre vertheilt, an Explosionen und deren Opfer:

	Explosionen	Verletzungen	Tödtungen	Opfer
März	23	108	164	272
April	28	86	151	237
Mai	28	84	129	213
Frühling	79	278	444	722
Juni	20	56	125	181
Juli	19	86	26	112
August	20	80	95	175
Sommer	59	222	246	468
Frühling und Sommer	138	500	690	1190
September	14	48	13	61
October	6	22	—	22
November	17	78	49	127
Herbst	37	148	62	210
December	18	67	56	123
Januar	12	34	15	49
Februar	11	39	13	52
Winter	41	140	84	224
Herbst und Winter	78	288	146	434
im Ganzen	216	788	836	1624

[95]) Kuborn a. a. O. p. 31.

[96]) The Mining Journal. London 1872. p. 109. 345. 482; 1873. p. 450.

[97]) Ebenda. 1872. p. 133. 606; 1873. p. 377.

Nach Procenten vertheilt ergeben sich auf den:

	Explosionen	Verletzungen	Tödtungen	Opfer
Frühling	36,57	35,28	53,11	44,46
Sommer	27,31	28,17	29,42	28,82
Herbst	17,13	18,78	7,43	12,93
Winter	18,98	17,77	10,14	13,79

Nach Dove[98]) fällt im mittleren und westlichen Europa das Barometer vom December bis Januar, den entschiedenen Wintermonaten, continuirlich nach dem Frühling hin, erreicht seinen tiefsten Stand in der Regel im April; ein zweites Maximum, weniger hoch als im December, tritt im September und ein zweites Minimum, weniger tief als im April, im November ein. Nach vorstehender Tabelle wären am tödtlichsten die Monate März, April, Mai, wo das Barometer am niedrigsten steht, am wenigsten tödtlich die Monate September und October, was also einigermassen dem Barometerstande entsprechen möchte. Dagegen hat man in England von 1743 bis 1849, also in 107 Jahren, im

März	12	Explosionen	Frühling 41
April	17	„	
Mai	12	„	
Juni	25	„	Sommer 61
Juli	18	„	
August	18	„	
September	20	„	Herbst 77
October	29	„	
November	28	„	
December	29	„	Winter 40
Januar	7	„	
Februar	4	„	

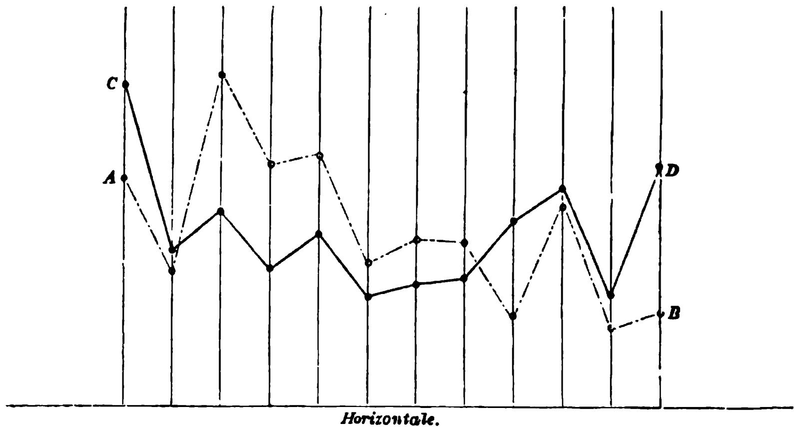
Für Herbst und Winter hat man hier also 117 Explosionen, für Frühling und Sommer 102, was also ein entgegengesetztes Resultat wie in Belgien ergiebt; die Zunahme der Explosionen im Sommer und Herbst auf den englischen Gruben will man dadurch erklären, dass vom Juli bis December der Export und daher die Kohlengewinnung am lebhaftesten ist. Auch die grosse Explosion schlagender Wetter auf der Grube Neu-Iserlohn in Westfalen im Januar 1868 stimmt nicht mit den Wahrnehmungen in Belgien überein, so dass man annehmen muss, dass, wenn man dem Luftdruck überhaupt einen Einfluss auf das grössere oder geringere Hervortreten schlagender Wetter einräumt, locale Schwankungen im Barometerstande an den betreffenden Tagen eingetreten sein müssen.

Die sehr interessanten Zusammenstellungen über die Explosionen

[98]) Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1860. S. 646.

schlagender Wetter auf den westfälischen Gruben[99]) in den Jahren 1852 bis 1869 geben keine Gelegenheit, definitive Schlüsse über den Einfluss des erhöhten oder verminderten Luftdrucks der Atmosphäre auf die Ansammlung schlagender Wetter in der Grube zu ziehen. Nach der nachstehenden graphischen Darstellung, Fig. 633, worin die Linie AB die Zahl der

Fig. 633.



während jener Jahre in jedem einzelnen Monate vorgekommenen Unglücksfälle, die Linie CD die mittleren monatlichen Barometerstände bezeichnet, hat beispielsweise die geringste Zahl Unglücksfälle im Monat November beim niedrigsten Barometerstande stattgefunden, während die Maxima der Unglücksfälle in den Monaten März, April, Mai keineswegs mit den niedrigsten Barometerständen zusammenfallen und der Monat Januar neben dem höchsten Barometerstande sogar eine hervorragende Zahl von Unglücksfällen nachweist. Die Beobachtungen müssen jedenfalls fortgesetzt werden. Scott und Galloway theilen ähnliche Beobachtungen aus den Jahren 1868, 1869 und 1870 über England mit, wo sie gefunden haben, dass von 525 Explosionen in den drei Jahren 49 Procent mit der Störung des Luftdrucks, 22 Procent mit abnormer, hoher Temperatur in Verbindung zu bringen sind, während 29 Procent nicht auf eine atmosphärische Einwirkung zurückgeführt werden können[100]). Auch in den folgenden Jahren haben die genannten Beobachter[101]) ihre Untersuchungen fortgesetzt, aber ein entscheidendes Resultat nicht gewonnen, indem sie einen Theil der Explosionen

[99]) Glückauf. Essen 1871. No. 35.

[100]) Der Naturforscher. Berlin 1872. S. 220.

[101]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1226; Vol. 44. p. 715; Vol. 45 p. 24; Vol. 46. p. 1204. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 16. p. 370. — Glückauf. Essen 1880. No. 18. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 105. — Annales des mines. Paris. 7 série, t. 11. p. 212. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 6. p. 455.

mit niedrigem Luftdruck, andere mit erhöhter Temperatur, wobei der regelmässige Wetterwechsel am schwierigsten aufrecht zu erhalten ist, noch andere mit verschiedenen anderen Ursachen in Verbindung bringen. Dieselben legen den letzten und ersten drei Monaten des Jahres die Hauptgefahren für die Entzündung schlagender Wetter aus meteorologischen Ursachen bei, was freilich mit den Behauptungen anderer Beobachter nicht übereinstimmt. Jedenfalls empfehlen Scott und Galloway die sorgfältigste Beobachtung des Barometers und des Thermometers und des Zusammenhangs ihres wechselnden Standes mit den Wetterzuständen in der Grube.

Nasse hat aus Beobachtungen, welche er ein Jahr lang täglich auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken angestellt hat, geschlossen[102]), dass aus dem Vergleich einer einmaligen Barometerbeobachtung gegen den mittleren Stand des Barometers derselben Localität nicht die stärkere oder schwächere Entwickelung schlagender Wetter gefolgert werden kann, dass dieselbe vielmehr auch bei relativ hohem Barometerstand sehr stark stattfinden kann. Dagegen bestätigen seine Beobachtungen, dass die Abnahme des Luftdrucks die Entwickelung der schlagenden Wetter begünstigt, indem dieselben während des Jahres nur mit sinkendem Barometerstande aufgetreten und meist erst bei steigendem Barometer wieder verschwunden sind; auch ist beobachtet worden, dass bei weiterem erheblichen Sinken die schlagenden Wetter noch an Stärke zugenommen haben. Als Regel folgt aus den Beobachtungen, dass auf einer zur Entwickelung schlagender Wetter neigenden Grube bei jedem continuirlichen Sinken des Barometers um eine bestimmte Höhe, welche auf der Grube Gerhard zu 2 Pariser Linien ermittelt wurde, schlagende Wetter an den Punkten, wo sie sich überhaupt zuerst zu zeigen pflegen, zu vermuthen sind. Da nun das Barometer um so tiefer fallen kann, je höher es steht und auf rasches hohes Steigen rasches tiefes Sinken zu folgen pflegt, so ist ein ungewöhnlich hoher Barometerstand gefahrdrohender, als ein tiefer, welcher, ohne dass sich schlagende Wetter gezeigt haben, eine Zeitlang constant geblieben ist. Interessant ist auch das Resultat der Beobachtungen, dass in den meisten Fällen die schlagenden Wetter erst bei einem Barometerstande wieder verschwanden, welcher höher war als derjenige, bei welchem die schlagenden Wetter zuerst auftraten.

Die Wichtigkeit fortlaufender Barometerbeobachtungen, so wie solcher der Temperatur, der Feuchtigkeit der Luft, der Richtung und Stärke des Windes wird vom Ministerialrath von Hingenau in Wien mit Recht gleichfalls hervorgehoben, weil durch jede noch so geringe Abweichung von dem regelmässigen Stande der Instrumente die Betriebsleitung und die Aufsichtsbeamten auf irgend eine Unregelmässigkeit in der Wettercirculation aufmerksam gemacht und zur Aufsuchung der Veranlassung und

---

[102]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 267.

deren Beseitigung veranlasst werden[103]). Auf den Gruben (früher dem Freiherrn von Rothschild gehörig) zu Mährisch-Ostrau wurden auf Veranlassung des Bergrath Andrée durch den Betriebsleiter Schlehan deshalb auch schon seit 1868 ganz regelmässige Beobachtungen der meteorologischen Instrumente über und unter Tage gemacht und in Annotationsbüchern verzeichnet, dabei auch der Eintritt von Gasexplosionen notirt, um deren Zusammenhang mit der Beschaffenheit der äusseren Luft zu constatiren[104]). Dabei hat sich herausgestellt, dass alle Explosionen mit einem Sinken des Barometerstandes zusammenfallen und deshalb dem Luftdruck besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden muss. Die constatirten Explosionen fallen in die Monate Mai, Juli und August, was also mit den Beobachtungen der Belgier übereinstimmt, wonach der meteorologische Frühling und Sommer am gefährlichsten für Gruben mit schlagenden Wettern gehalten wird.

Auch Kuborn[105]) empfiehlt Barometerbeobachtungen, indem er dem Luftdruck besonderen Einfluss auf den Gesundheitszustand der Arbeiter zuspricht. Während die Franzosen behaupten, dass der Luftdruck in der Grube stärker sei, als über Tage, hat Kuborn das Gegentheil beobachtet, indem er bei einem Stande des Barometers über Tage von 697½ Millimeter einen solchen in den Abbauen von 692 Millimeter und in dem ausziehenden Wetterstrom von 691 Millimeter gefunden hat.

Nicht weniger Wichtigkeit legt man den meteorologischen Beobachtungen in Frankreich bei. Auf den Gruben bei Blanzy wird von jedem plötzlichen Sinken des Barometerstandes vom Centralbureau aus auf telegraphischem Wege nach den einzelnen Schächten Kenntniss gegeben, um erhöhte Aufmersamkeit wach zu rufen[106]). In Frankreich haben die meteorologischen Stationen den Auftrag von jeder plötzlichen Abnahme des Luftdrucks den bedeutenderen Kohlengruben in der Nähe schleunigst Nachricht zu geben[107]). — Auch in Deutschland wird auf die Wichtigkeit hingewiesen, welche die Beobachtungen der Seewarte und die daraus zu ziehenden Schlüsse auf die Veränderlichkeit in dem Luftdruck, der Temperatur und der Richtung und Stärke des Windes für die Wetterführung auf den Gruben haben[108]). — In den meisten Ländern werden zum Nutzen der Seeschifffahrt, so wie der Landwirthschaft die Beobachtungen der meteorologischen Stationen täglich telegraphisch verbreitet[109]); es müsste

---

[103]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 281.

[104]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 345; Jahrg. 1870. S. 17.

[105]) Kuborn a. a. O. p. 27. 117.

[106]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 240.

[107]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 23. p. 291.

[108]) Glückauf. Essen 1876. No. 46.

[109]) Miessner in Zeitschr. des electrotechnischen Vereins. Berlin 1881. S. 489.

ein Leichtes sein, diese telegraphischen Mittheilungen auch für den Bergbau nutzbar zu machen.

In Belgien sind durch eine Instruction vom 17. Juni 1876 Barometerbeobachtungen obligatorisch vorgeschrieben.

Auch in England wird den Beobachtungen des Barometers und der Relation des Luftdrucks mit der Entwickelung, beziehungsweise dem Austritt schlagender Wetter verschärfte Wichtigkeit beigelegt[110]); so wie auch von anderen Seiten auf die Wichtigkeit der meteorologischen Beobachtungen für die Regelung der Wetterführung auf den Gruben aufmerksam gemacht wird, indem die Schwankungen des Barometerstandes nicht weniger, wie die des Thermometers auf Veränderung der Wetterströmung in der Grube schliessen lassen, um rechtzeitig Vorkehrungen gegen eine plötzliche Ansammlung von Gasen und deren Vermischung mit der atmosphärischen Luft zur Explosionsfähigkeit zu verhüten[111]).

Selbst den Winden, ihrer Richtung und Intensität ist, wie Cornet nachzuweisen sucht, ein Einfluss auf die Ventilation der Gruben zuzuschreiben, indem einerseits die Winde so flach über die Schachtöffnung hinstreichen können, dass der Eintritt der Luft in den einziehenden Wetterschacht gehindert wird, während andererseits Winde den Austritt des ausziehenden Wetterstroms aus dem Ventilator erschweren können; in beiden Fällen wird der Wetterwechsel in der Grube gehemmt und die Vermischung der austretenden Gase mit der Luft zu gefährlichem Verhältniss befördert. Cornet empfiehlt, die Mündungen der Schächte so zu verbauen, dass die Wirkungen der Winde abgeschwächt oder behoben werden[112]).

Es dürfte hier der Ort sein, daran zu erinnern, dass noch andere Ursachen für die plötzliche Entzündung schlagender Wetter aufgefunden sind. Früher war man der Ansicht, wenigstens war es nicht erwiesen, dass beim Abthun von Sprengschüssen durch die Flamme der Sprengmittel direct eine Entzündung nicht beobachtet worden wäre, wenn nur das Abthun der Schüsse nicht mittelst brennendem Lichte erfolgte, und die Flamme nicht wirkungslos aus dem Bohrloche herausschlug. Dagegen behauptet Galloway den indirecten Zusammenhang von Explosionen mit Sprengschüssen, indem er beim Abthun derselben in 17 Fällen Explosionen an entfernteren Punkten beobachtet haben will, was er dadurch zu erklären sucht, dass die durch den Schuss in Bewegung gesetzten Schallwellen an dem entfernten Arbeitspunkte die Flamme in der Sicherheitslampe nach Aussen durch das Drahtnetz getrieben haben, welche nunmehr

---

[110]) The Mining Journal. London 1868. p. 782.

[111]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 163; ebenda 1876. S. 151. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 361.

[112]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 408. — Glückauf. Essen 1881. No. 64.

das Gasgemisch entzündeten und zur Explosion brachten. Durch directe Versuche hat er diese Einwirkung der Schallwellen auf die Flamme der Sicherheitslampe nachgewiesen[113]). Auch in Belgien wird die Entzündung schlagender Wetter direct beim Abthun von Sprengschüssen behauptet und constatirt[114]).

In neuerer Zeit ist auf den Einfluss des in den Strecken angehäuften oder in der Luft derselben suspendirten feinen, trockenen Kohlenstaubes hingewiesen worden[115]). Es sind Fälle nachgewiesen, wo beim Vorhandensein schlagender Wetter in trockenen, staubreichen Kohlengruben die Wirkungen der Explosionen wesentlich verstärkt, ja sogar vom Herde der Explosion in grössere Entfernung getragen worden sind, indem der bei Entzündung der schlagenden Wetter veranlasste Luftzug den Staub aufwirbelt, welcher dann von der Flamme entzündet wird. Es sind aber auch andrerseits Fälle behauptet worden, wo ohne Vorhandensein schlagender Wetter durch irgend welchen plötzlichen Luftstrom, wie beim Aufflackern eines nicht wirksamen Schusses, der trockene Staub in Bewegung gesetzt, durch die Flamme der Patrone entzündet worden sein und eine explosionsähnliche Erscheinung hervorgerufen haben soll. Man empfiehlt daher in derartigen mit trockenem Kohlenstaub behafteten Gruben, denselben stets feucht zu halten, damit er nicht in den Luftstrom hineingezogen werden könne. — Bereits im Jahre 1845 lenkten die Engländer Faraday und Lyell die Aufmerksamkeit auf die Rolle, welche der Kohlenstaub bei Grubengasexplosionen zu spielen scheine. Später veröffentlichte der Franzose de Souich Beobachtungen, welche den englischen ähnlich die Betheiligung des Kohlenstaubes bei Explosionen zu bestätigen scheinen; auch die Franzosen Verpilleux und Vital bestätigten die Wahrnehmungen früherer Beobachter bis Galloway und später Abel dem Gegenstande ihre besondere Aufmerksamkeit schenkten[115a]).

Galloway behauptet die nachtheilige Einwirkung des trocknen Kohlenstaubes auf die durch Explosionen herbeigeführten Katastrophen, so wie

[113]) Allgem. polyt. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1875. S. 162. — Zeitschrift f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen 1875. S. 50. — Deutscher Reichsanzeiger und preussischer Staatsanzeiger. Berlin 1875. No. 23. — Dingler polyt. Journal. Bd. 214. S. 420. — Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1875. S. 135. — Der Naturforscher. Berlin 1874. S. 436. — Nature. London. Vol. 17. p. 21. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 25. p. 12.

[114]) Revue universelle. 2 série, tome 9. p. 491.

[115]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome IV. p. 205. — v. Hauer im berg- u. hüttenm. Jahrb. der österr. ungar. Bergakademien. Wien. Bd. 24. S. 38. — Glückauf. Essen 1876. No. 23. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome VII. p. 176. 180. — Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 194.

[115a]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 413.

die Fortpflanzung derselben von dem Ursprungsorte nach entlegenen Punkten der Grube durch den Kohlenstaub; doch muss nach Galloway die Anfangsentzündung durch Explosion schlagender Wetter, wenn auch noch so geringer Quantitäten, erfolgen[116]. Denn während fein vertheilter Mehlstaub in Mühlen, wie in der preisgekrönten Schrift von Weber, sowie durch Zerstörungen von Mühlen nachgewiesen ist, sich an der offenen Flamme entzündet und Explosionen hervorruft[117], hat sich nach den Untersuchungen von Galloway der Kohlenstaub in atmosphärischer Luft als unentzündlich und erst beim Vorhandensein von Grubengas explodirbar erwiesen. Andere Beobachter dagegen behaupten die Explodirbarkeit des Kohlenstaubes auch beim gänzlichen Fehlen von Grubengas[118], während noch andere dem Kohlenstaube jede Mitwirkung beim Eintritt oder für die gesteigerte Gefährlichkeit der Explosionen absprechen. Noch ist die Thatsache, ob und welche Rolle der Kohlenstaub bei den Grubenexplosionen spielt, ebenso wenig völlig aufgeklärt, wie die Gründe, welche — die Explosibilität des Staubes vorausgesetzt — diese herbeiführen[119]. Jedenfalls sollte man überall da, wo die Kohle geneigt ist, bei ihrer Bearbeitung Staub zu entwickeln und mit demselben die Grubenluft und die Strecken zu erfüllen, darauf bedacht sein, durch Feuchthalten der Ortstösse den Staub unschädlich zu machen[119a]. Auch die französische Wettercommission hat sich — trotz der eingehenden Untersuchungen von Mallard und le Chatelier — nicht bestimmt dahin entschieden, dass der Kohlenstaub den behaupteten nachtheiligen Einfluss hat, hat aber in den von ihr aufgestellten „Grundsätzen" als Vorsichtsmassregeln angerathen, die hauptsächlichsten Transportwege feucht oder benetzt zu halten und an einem trocknen oder staubigen Orte keinen Sprengschuss wegzuthun, bevor nicht der Boden in dem Umkreise, wo der Staub durch den Schuss aufgewirbelt werden könnte, sorgfältig angefeuchtet worden ist. — Im Auftrage der englischen Regierung hat der Ingenieur Abel eingehende Versuche über die Einwirkung des Kohlenstaubs angestellt und die Auffassung

---

[116]) Galloway in the Proceedings of the Royal Science 1876. No. 168: 1879. No. 194. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 16. p. 199. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. 6. p. 799; t. 7. p. 617; t. 9. p. 157. — Annales des mines. Paris. 7 série, t. 11. p. 229. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 287; 1882. S. 159. — Oesterr. Zeitschr. Wien 1882. S. 167.

[117]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses. Berlin 1878. S. 83. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 119. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 277.

[118]) Comptes rendus des scéances de l'académie française. Vol. 87. p. 195. — Revue universelle. 2 série, t. 4. p. 720. — Glückauf. Essen 1879. No. 23.

[119]) Selbach in Glückauf. Essen 1878. No. 84.

[119a]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 230.

von Galloway vollkommen bestätigt gefunden[120]). — Zur Beseitigung der Gefahren, welche aus dem Vorhandensein des Kohlenstaubes entstehen, ist es am gerathensten die Strecken vor Ort feucht zu halten, damit bei etwaigen Explosionen oder beim Abbrennen von Schüssen der Staub nicht aufgewirbelt werde. Von anderer Seite wird vorgeschlagen, die Strecken in ihrer Sohle und in ihren Stössen mit Steinsalz oder Stassfurter Abraumsalzen zu bestreuen, was den Zweck hat, den Staub feucht zu machen und zu binden; es sollen die Versuche aber, abgesehen von der Kostspieligkeit, nicht zum Ziele geführt haben[120a]). — Man wird mehr, als bisher geschehen, die Abbaumethoden so zu wählen haben, dass die Staubbildung bei Gewinnung der Kohlen nach Möglichkeit verringert werde.

Es werden übrigens in England und auch in anderen Bezirken seit längerer Zeit Ansichten laut, wonach man die Anwendung von Sprengmitteln in Gruben mit schlagenden Wettern gänzlich untersagen sollte; dieselben mögen durch die Folgen der Explosionen, welche durch die Wirkung der Schallwellen oder durch die leichte Entzündlichkeit und Explosionsfähigkeit des trockenen Kohlenstaubes hervorgerufen werden können, begründet werden[121]). — Auf den Gruben bei Blanzy ist in den Feldern, wo schlagende Wetter auftreten, das Schiessen factisch untersagt und findet die Kohlengewinnung dann mittelst des Levet'schen Keils statt[122]).

C. Natürlicher Wetterwechsel.

Der **Wetterzug** beruht, wie jede Bewegung, auf dem Vorhandensein einer Störung im Gleichgewicht der bewegten Massen, hier der Luft, und auf deren Bestreben, sich wiederum ins Gleichgewicht zu setzen; diese Störung ist hier gegeben durch die verschiedene specifische Dichtigkeit der Luftmassen.

Bei dem natürlichen Wetterzuge wird diese Verschiedenheit zunächst und wesentlich hervorgebracht durch den Unterschied der Temperatur über Tage gegen die in der Grube. Die täglichen und monatlichen Schwankungen in der Lufttemperatur dringen nicht tief in den Erdboden ein, indem in einer gewissen Tiefe, welche nach der Bodenart verschieden

---

[120]) Annales des mines. Paris. 7 série, tome 20. p. 121; 8 série, t. 1. p. 5. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 32. p. 222. — Der Berggeist. Köln 1882. S. 129. — Glückauf. Essen 1881. No. 78; 1882. No. 103. 104. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 352. 357. 411; 1883. S. 114.

[120a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 31 B. S. 206. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 338.

[121]) Glückauf. Essen 1878. No. 9. — Annales des mines. 7 série, tome 15. p. 374. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 442.

[122]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 240.

ist und zwischen 18 und 30 Meter schwankt, eine constante Temperatur sich findet, welche mit der mittleren Jahrestemperatur übereinstimmt und von der aus eine Zunahme von 1 Grad Celsius auf ungefähr 30 Meter grössere Tiefe eintritt.

Für Berlin beträgt die mittlere Jahrestemperatur 8,6 Grad Celsius, die mittlere Temperatur im Winter (December, Januar, Februar). — 0,7 bis 0,8 Grad, im Frühling 8,0 bis 8,4 Grad, im Sommer 17,3 bis 17,6 Grad, im Herbst 8,8 bis 9,1 Grad, die mittlere Temperatur des kältesten Monats Januar — 2,4 bis — 3,1 Grad, des wärmsten Monats Juli 18,0 bis 18,3 Grad.

In mittleren geographischen Breiten wird daher, wenn man zunächst nur die Gesteinswärme in Betracht zieht, in einer nahe dem constanten Niveau bauenden Grube die Luft im Sommer kälter, im Winter wärmer sein, als die über Tage und zwar bei dem hier gewählten Beispiel mit nahezu gleicher Differenz. Aehnlich wird es in unseren Breiten auch in tieferen Gruben sein, aber mit verschiedener Vertheilung der Differenzen gegen die Mittelwerthe über Tage. Nimmt man Berlin weiter als Beispiel, so findet sich das constante, der mittleren Jahrestemperatur entsprechende Niveau bei 25 Meter Tiefe; in einer Grube von 210 Meter Tiefe beträgt demnach die Gesteintemperatur 8,6 + 6 = 14,6 Grad Celsius, die Differenz also

gegen	die	mittlere	Wintertemperatur	+	15,3	bis	15,4	Grad.
„	„	„	Frühlingstemperatur	+	6,6	„	6,2	„
„	„	„	Sommertemperatur	—	2,7	„	3,0	„
„	„	„	Herbsttemperatur	+	5,8	„	5,5	„
„	„	„	Januartemperatur	+	17,0	„	17,7	„
„	„	„	Julitemperatur	—	3,4	„	3,7	„

Hiernach wird die Stärke des Wetterzuges, das Bestreben zur Herstellung des Gleichgewichts in den verschiedenen Jahreszeiten und ferner in flachen und tiefen Gruben sehr verschieden sein, in den Uebergangszeiten, wo die Temperatur der tiefen Gesteinschichten mit der über Tage nahe übereinstimmt, wird keine Ausgleichung erforderlich, also ein Stocken des Wetterzuges eintreten. In südlichen Gegenden mit höherer mittlerer Temperatur und weniger grossen Extremen gestaltet sich das Verhältniss naturgemäss etwas anders. Sehr eingehende Beobachtungen über die Temperatur in den Gruben und deren Verhältniss zur Tagestemperatur und auf die Wetterführung sind von der Commission, welche zur Untersuchung der Wetter in den westfälischen Steinkohlengruben bestellt war, vorgenommen worden[123]).

Die Grubenluft hat aber selten oder nie die Temperatur des Gesteins, beziehungsweise die dieser Temperatur entsprechende Dichtigkeit,

---

[123]) Nonne: Die Wetterführung in den westfälischen Steinkohlengruben in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 55.

indem die Temperatur der Luft durch verschiedene Ursachen erhöht, also die Dichtigkeit vermindert wird; dahin gehört: Entwicklung von Wärme in Folge des Athmens der Arbeiter, des Brennens der Lichter, der Zersetzung von Mineralien, Einmengung von specifisch leichteren Gasen, z. B. Grubengas, auch von einem Uebermaass von Stickstoff. Wasserdunst ist nach der Entstehung leichter, als die Luft, bei seiner Bildung bindet er aber zunächst Wärme, so dass Wasser je nach den Umständen förderlich oder hemmend für den Zug sein kann. Dem Zug entgegen wirken abkühlende Ursachen, so wie die Einmengung schwererer Gasarten, wie Kohlensäure.

Durch die verschiedene Dichtigkeit der Tages- und Grubenluft wird bereits Wetterwechsel in einem Grubenbaue hervorgerufen, der nur an einer Stelle mit dem Tage communicirt, z. B. in einem Schachte von hinreichender Weite; der Wechsel ist im Winter gut, wobei die äussere, kältere Luft gewöhnlich an den Stössen des Schachtes herabsinkt, die wärmere Grubenluft in der Mitte auszieht, was durch Vorhandensein von Wassern, also Abkühlung der Schachtstösse befördert, durch Grubengas vermindert wird; im Sommer dagegen ist in solchen Betrieben der Wetterwechsel sehr ungenügend, weil die Temperaturverschiedenheit über Tage und im Schachttiefsten nur gering ist. Eine Stollnstrecke, welche nur am Mundloch mit dem Tage in Verbindung steht, hat gewöhnlich im Winter auf der Sohle einfallenden, an der Firste ausziehenden Wetterstrom, im Sommer umgekehrt; fliessen auf der Sohle Wasser ab, so kommen diese durch Abkühlung zu Hilfe.

Ein regelmässiger Wetterwechsel ist aber auch in solchen Fällen nur durch Trennung der beiden Luftmassen möglich, was mittelst Scheider geschieht, von deren Construction später gesprochen werden wird. Ueberhaupt ist als Princip aufzustellen, dass zum guten Wetterwechsel zwei getrennte Luftsäulen verschiedener Dichtigkeit nothwendig sind.

Die Verhältnisse des natürlichen Wetterzuges sind aber besser zu übersehen, wenn man das Wechseln zwischen einem Stolln und einem Schacht, also Tagesöffnungen von verschiedenem Niveau betrachtet. Der Stolln zieht im Winter ein, weil dort die schwerere Luftsäule lastet, im Sommer aus, weil dieselbe dann leichter ist, so dass der im Winter ausziehende Schacht im Sommer einzieht; zwischen beiden Jahreszeiten finden sich dann Perioden des Stockens und des Umsetzens im Wege der Wetter. Uebrigens ist in unseren Breiten im Winter der Zug stärker, als im Sommer, weil die Temperaturdifferenz im Winter grösser ist.

Aehnlich wechseln zwei Schächte nach Maassgabe der Niveauverhältnisse der Hängebänke. Bei zwei Schächten von gleichem Niveau dagegen ist zunächst kein Grund zu einer Bewegung vorhanden; ist aber die äussere Luft kälter, als die im Innern der Grube und auf irgend welche Weise einmal Bewegung nach dieser oder jener Seite hervorgerufen, so bleibt dieselbe bestehen, wenn auch der wirkende Anstoss aufhört, da in den

einen Schacht kalte Luft nachrückt, während der andere mit warmer erfüllt bleibt. Wenn aber die äussere Luft wärmer ist, so hört die Bewegung bald wieder auf, weil dieselbe, specifisch leichter, in den einziehenden Schacht tritt.

Die aus der wechselnden, von verschiedener Temperatur herrührenden Dichtigkeit entspringende bewegende Kraft lässt sich berechnen, wenn von Nebenhindernissen abgesehen wird. Sei

T die Temperatur der äusseren Luft, t die der Luft in der Grube,
a Ausdehnungscoefficient = 0,003655 nach Magnus und Regnault, 0,00375 nach Gay Lussac,
H Tiefe des Schachtes bis zum Stolln,
M der Atmosphärendruck,
T kleiner als t.

Alsdann steht über dem Stollnmundloch eine Luftsäule

$$P = M + H \text{ von T-Temperatur,}$$

im Schachte dagegen ist der Druck

$$P_1 = M + H \cdot \frac{1 + aT}{1 + at} \text{ von T-Temperatur,}$$

mithin der Ueberschuss auf der Seite des Stollnmundlochs

$$P - P_1 = H - H \cdot \frac{1 + aT}{1 + at} = H\left(1 - \frac{1 + aT}{1 + at}\right) = H \cdot a \cdot \frac{t - T}{1 + at}$$

Da bei einem Druck P die Geschwindigkeit ist

$$v = \sqrt{2gP}$$

so wird die kalte Luft eingesaugt werden mit der Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2g \cdot H \cdot a \frac{t - T}{1 + at}}$$

Diese Berechnung ist auf die Angabe von Péclet[124]) gegründet, dagegen drückt Ponson[125]) die Druckhöhe in t Temperatur aus, wobei man hat:

$$x : H = 1 + at : 1 + aT$$

$$x = H \cdot \frac{1 + at}{1 + aT}$$

$$P_1 - P = H \cdot \frac{1 + at}{1 + aT} - H = H \cdot a \cdot \frac{t - T}{1 + aT}$$

und demnach die Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2 g H a \frac{t - T}{1 + aT}}$$

Die Menge der einströmenden Luft beträgt dann, wenn A der Querschnitt des Stollns, beziehungsweise des Schachtes ist

$$Q = Av.$$

---

124) Péclet über die Wärme und ihre Anwendung. Deutsch von Dr. C. Hartmann. 1860. Bd. I. S. 157. 164.

125) Ponson: traité de l'exploitation des mines de houille. t. II. p. 37. — Combes: traité de l'exploitation des mines. t. II. p. 406.

Für zwei Schächte tritt an die Stelle von H die Niveaudifferenz der beiden Hängebänke.

Aus diesen Formeln ergeben sich allgemeinere Folgerungen ohne Rücksicht auf die Widerstände:

1. die Mengen der einströmenden Luft sind proportional den Geschwindigkeiten,
2. die Geschwindigkeiten sind proportional
   a) den Quadratwurzeln aus den Tiefen,
   b) den Quadratwurzeln aus den Temperaturdifferenzen über Tage und im Tiefsten der Grubenbaue.

Die Reibung verzehrt einen Theil der Druckhöhe, welcher nach d'Aubisson beträgt

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L v^2$$

worin bezeichnet:

M Erfahrungscoefficient (nach d'Aubisson ungefähr 0,003 Meter),
A den Querschnitt des Schachtes oder Stollns,
P den Umfang desselben,
L die Länge des Weges.

Ausserdem wird ein Theil der Druckhöhe verzehrt beim jedesmaligen Uebertritt in einen engeren Raum; ist dessen Querschnitt a, geht die Bewegung seit längerer Zeit und unter constanter Pressung vor sich, so wird die neue Geschwindigkeit

$$v_1 = v \cdot \frac{a}{A}$$

nahe sein und theoretisch die verbrauchte Kraft sich durch den Unterschied der Geschwindigkeitshöhen bestimmen lassen zu

$$\frac{v_1^2 - v^2}{2g} = \frac{v^2 \frac{a^2}{A^2} - v^2}{2g} = v^2 \cdot \frac{a^2 - A^2}{2gA^2}$$

wobei praktisch wegen der stattfindenden Contraction ein Coefficient μ zuzugeben sein wird[126]).

Für einen gegebenen Fall würden sämmtliche Widerstände addirt durch die Druckhöhe h aufgewogen werden müssen; wird hier der Einfachheit wegen nur die Reibung berücksichtigt, so hätte man also

$$h = \frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L v^2$$

$$v = \sqrt{2gh \frac{1}{2M} \cdot \frac{A}{P} \cdot \frac{1}{L}}$$

Die Geschwindigkeit ist demnach

1. proportional der Quadratwurzel aus dem Verhältniss zwischen Fläche und Umfang bei gleichem Inhalt verschieden gestalteter Querschnitte, also

---

[126]) Combes a. a. O. t. II. p. 335.

proportional deren Umfang, so dass für den Wetterzug die Kreisform die vortheilhafteste ist[127]);

2. umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus den Längen des Wetterweges.

Die angegebenen Formeln sollen nur die Beziehungen der gegebenen Verhältnisse zum Wetterzuge veranschaulichen, sie haben keinen praktischen Werth. Eine vollständige Theorie findet sich in Traité complet de l'aérage des mines von Combes.

Es giebt Mittel, dem natürlichen Wetterzuge zu Hilfe zu kommen:

1. Geschickte Anlage der Oeffnungen, welche von Zeit zu Zeit zu wechseln, um möglichst grosse Niveau- und Temperaturdifferenzen zu erlangen, was fast nur bei Stollngruben durchführbar, bei diesen aber sehr wichtig ist;

2. Benutzen des Windes durch Anbringen von Wetterhüten, drehbaren Verschlägen, welche sich nach dem Winde drehen, wobei darauf zu achten ist, ob der Schacht auszieht oder einfällt; dies ist nur in beschränktem Maasse anwendbar, auch nur auf Stollngruben[127a]);

3. Vergrösserung der Niveaudifferenz durch Erhöhen der einen Oeffnung, welche Maassregel gewissermassen schon in die künstliche Belebung des Wetterstromes hinüberführt. Viel ist dieses Mittel angewendet im Kleinen bei Tagesüberhauen auf Stollngruben durch Aufsetzen von Wetterlutten, wobei aber oft zugleich und mehr der Zweck vorliegt, das Ueberhauen an der Tagesoberfläche zu sichern. Im Grossen wendet man Wetterthürme an, namentlich vielfach in der Gegend von Lüttich[128]), wo man über dem ausziehenden Schacht als Verlängerung desselben gemauerte Essen von oft über 50 Meter Höhe anbringt. Auch bei uns z. B. im Siegerlande findet man solche Essen im Kleinen für den Betrieb von Stollnstrecken angewendet, wo sie aber meist bald mit einem Wetterofen verbunden werden; der Stolln hat in diesem Falle verdecktes Tragwerk, die Esse communicirt mit dem Fahrraum der Strecke und steht in der Nähe des Mundlochs. Auf den belgischen Schächten ist die Wirkung des gemauerten Thurmes um so geringer, je tiefer der Schacht; nimmt man die Tiefe zu 200 Meter an und setzt voraus, dass die Temperatur im Thurm wirklich gleich der im Schachte bleibt, was nicht genau der Wirklichkeit entspricht, da durch die Essenwände Abkühlung eintritt, so hat man

bei Thürmen von	20	30	40	50	Meter Höhe,
die ganze Tiefe zu	220	230	240	250	Meter.

Die Geschwindigkeiten, beziehungsweise bei demselben Querschnitt

---

127) The Mining Journal. London 1868. p. 782.

127a) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 255.

128) Ponson a. a. O. t. II. p. 72.

die Luftmengen drücken sich durch die Verhältnisszahlen der Quadratwurzeln aus, nämlich

$$\sqrt{200} : \sqrt{220} : \sqrt{230} : \sqrt{240} : \sqrt{250} \text{ oder}$$
$$14{,}1 : 14{,}8 : 15{,}2 : 15{,}5 : 15{,}8$$

bei dem 50 Meter hohen Thurme findet also eine Zunahme von

$$\frac{15{,}8-14{,}1}{14{,}1} = \frac{17}{141} \text{ oder weniger als } \frac{1}{8}$$

statt.

Hat man Schächte in Tiefen von

100 150 200 300 Meter,

so sind die Geschwindigkeit und Luftmengen relativ

10 12,2 14,1 17,2

mit einem 50 Meter hohen Thurm werden die Tiefen

150 200 250 350 Meter

und die Geschwindigkeiten und Luftmengen relativ

12,2 14,1 15,8 18,7

so dass die Vermehrung beträgt

$$\frac{12{,}2-10}{10} \quad \frac{14{,}1-12{,}2}{12{,}2} \quad \frac{15{,}8-14{,}1}{14{,}1} \quad \frac{18{,}7-17{,}2}{17{,}2}$$

oder circa $\frac{1}{5} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{11}$

demnach also in der That die Wirkung um so geringer wird, je tiefer die Schächte; die Wirkung ist überhaupt wenig fühlbar, wenn die Höhe des Thurms nicht über $^1/_4$ der Tiefe des Schachtes ausmacht. Hierzu kommt die Kostspieligkeit, ferner die Nothwendigkeit, den Querschnitt des Schachtes im Thurme beizubehalten, da enge Thürme selbst von entgegengesetzter Wirkung sein könnten, hierdurch wird der Schacht für andere Zwecke unbenutzbar, so dass die Einrichtung im Allgemeinen nicht zu empfehlen ist.

Auf die Beobachtung der Temperatur ist wegen der Wetterführung grosser Werth zu legen. Kuborn[129]) beobachtete bei einer äusseren Temperatur von 12 Grad Celsius im Schachttiefsten, ohne die Tiefe des Schachtes anzugeben, 18 Grad, in den Abbauen 26 Grad, was darauf hindeutet, dass der Wetterwechsel ein sehr lebhafter nicht war. Wie nachtheilig die hohe Erwärmung der Luft auf den Arbeiter wirkt, geht daraus hervor, dass das Athmen der Lunge, welches gewöhnlich 20 bis 21 Mal in der Minute erfolgt, sich nach nur halbstündigem Aufenthalt in der Grube auf 26 Mal steigerte.

In England sind durch Hopkins und Fairbairn in verschiedenen tiefen Schächten während des Abteufens Beobachtungen über die Gesteinswärme gemacht worden[130]). Auf der Dunkinfield Colliery in Cheshire hatte man in der Tiefe von 213 bis 405 Meter eine Zunahme von 1 Grad Celsius

---

[129]) Kuborn a. a. O. S. 117.

[130]) Glückauf. Essen 1870. No. 39.

auf 35,661 Meter gefunden; bei einer Tiefe von 655 Meter fand man eine Temperatur von 24 Grad Celsius, also eine Zunahme von 1 Grad auf 48,148 Meter. — Auf der Rose Bridge Colliery bei Wigan fand man bei 548 Meter Tiefe eine Temperatur von $22^1/_4$ Grad Celsius oder eine Zunahme von 1 Grad auf 33,740 Meter; bei der Tiefe von 739 Meter beobachtete man $34^1/_8$ Grad Celsius oder eine Zunahme von 1 Grad auf 29,944 Meter.

Auf der Grube Maria bei Aachen wurden mittelst Differentialthermometer auf 5 Bausohlen Beobachtungen angestellt, indem man auf jeder Sohle das Thermometer in ein 1 Meter tiefes mit Wasser gefülltes Bohrloch einführte, welches nach der Beobachtung luftdicht verschlossen wurde. Bei einer Tagestemperatur von 13,2 Grad Celsius fand man in 250 Meter Tiefe 15,2 Grad Gesteinswärme und 17 Grad Temperatur der Grubenluft, bei 310 Meter beziehungsweise 17,1 und 18 Grad, bei 370 Meter desgleichen 19,15 und 17 Grad, bei 490 Meter fand man 21,6 und 21 Grad, bei 562 Meter endlich 24,2 und 26 Grad. Die Gesteinswärme ist also von 13,2 bis 24,2 oder um 11 Grad gewachsen d. h. sie hat durchschnittlich auf 51 Meter um je einen Grad zugenommen[131]). In dem 1000 Meter tiefen Adalbertischacht bei Przibram ist von 75 zu 1000 Meter Tiefe eine Zunahme von 10,1 zu 24,5 Grad, also durchschnittlich auf 59 Meter um 1 Grad beobachtet worden, sie schwankte aber zwischen 46 und 108 Meter.

Die in einem Theile der Scharleygrube in Oberschlesien beobachtete hohe Temperatur von $27^1/_2$ Grad R. scheint dadurch zu entstehen, dass die Condensationswasser der Wasserhaltungsmaschine in einem Graben über das Grubenfeld geleitet werden und ihre Wärme an das in nicht bedeutender Tiefe darunter befindliche Gestein abgeben[132]).

Von grossem Interesse sind die Temperaturverhältnisse auf den Gruben des Comstockganges in Nevada, von welchen Professor Church eine ausführliche Darstellung giebt[133]). Nach derselben besitzen die unteren Baue eine ziemlich gleichmässige Temperatur von 54,4 Grad Celsius, wofür die Veranlassung in dem Ganggestein liegt, welches nach Church noch jetzt der Zersetzung unterworfen ist. Die Temperatur des Gesteins in eben abgebohrten Bohrlöchern von 0,25 bis 1,00 Meter Tiefe wurde zwischen 42,2 und 46,7 Grad Celsius, in einer ca. 600 Meter tiefen Strecke sogar 50,5 Grad ermittelt. Selbstverständlich wird die Temperatur der Grubenluft durch

[131]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 241. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1882. S. 100. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 407. — Dingler polyt. Journal. Bd. 246. S. 47. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 34. p. 309.

[132]) Zeitschr. f. Gewerbe, Handel und Volkswirthschaft. Beuthen 1877. S. 207.

[133]) Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. 7. p. 45. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 418; Jhrg. 1879. S. 409. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 299. — Mittheilungen aus der Literatur des Eisenbahnwesens. Berlin 1880. S. 216.

die Ventilation abgekühlt und zwischen 43,3 und 46,7 Grad beobachtet. Dabei ist als Regel anzusehen, dass das Grubenwasser heisser, als die Luft, und meist heisser, als das Gestein ist; man fand Temperaturen des Wassers von 67,7 bis 69,4 Grad. Bemerkenswerth ist es, dass man neben den heissen auch kalte Gesteinschichten von 10 bis 15,5 Grad Temperatur antrifft, welche stets nass sind und kaltes Wasser führen, also augenscheinlich dem Zersetzungsprocess nicht unterworfen sind. — Nach den Mittheilungen von Koch[134]) ist eine Temperatur von 37½ Grad Celsius auf den Gruben des Comstockganges eine gewöhnliche und gilt als verhältnissmässig kühle; bei Tiefen über 500 Meter beobachtet man selbst bei lebhaftem Wetterzuge 43¾ Grad, in nicht ventilirten Bauen sogar 50 Grad, Koch selbst hat sogar 65 Grad vorgefunden. Auch er berichtet von dem Auftreten heissen Grubenwassers und von der hohen bis 87½ Grad Celsius beobachteten Wärme des Gesteins.

Um sich gegen zu hohe Temperatur einige Abkühlung zu verschaffen, arbeiten die Bergleute häufig ganz oder zum Theil entblösst; es ist dies aber beim Vorhandensein von schlagenden Wettern sehr gefährlich, weil im Falle einer Explosion die Haut des nackten Körpertheils verbrennt, während die des bekleideten Körpers unverletzt bleibt. Da aber die verbrannte Haut die Respirationsthätigkeit verliert und in Fällen, wo mehr als ein Drittel der Haut zerstört ist, in der Regel der Tod eintritt, sollte es polizeilich verboten sein, in Gruben mit schlagenden Wettern mit auch nur theilweise entblösstem Körper zu arbeiten, sodass dann nur die Haut des Gesichts und der Hände verbrennen würde[135]).

Auf ein sehr wichtiges Moment hat Schondorff[136]) aufmerkam gemacht, nämlich auf die Nothwendigkeit, die Beschaffenheit des ausziehenden Wetterstromes zu untersuchen, um jederzeit die Ursachen, welche die Verschlechterung der Wetter bewirken, zu ermitteln und gegen die Verschlechterung die geeigneten Vorkehrungen treffen zu können. Er hat seine Untersuchungen auf den grösseren Theil der Saarbrücker Gruben ausgedehnt und verdienen dieselben gewiss sorgfältige Beachtung.

D. Verfahren und Instrumente zum Messen der Geschwindigkeit des Wetterzuges und der Wettermengen.

Die Messung der Geschwindigkeit im Wetterzuge und die daraus resultirende Ermittelung der Wettermengen ist von der allergrössten Wichtigkeit, besonders für Gruben mit künstlichem Wetterzuge, speciell für

---

[134]) Koch in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 50.

[135]) Glückauf. Essen 1879. No. 67. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 666.

[136]) Dr. Schondorff in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 73.

Steinkohlengruben mit schlagenden Wettern, indem man dadurch eine Controle darüber erlangt, ob das erfahrungsmässig als nothwendig festgestellte Wetterquantum durch die Grubenbaue wirklich durchgeht[137]).

Das einfachste Mittel ist das Befahren einer Strecke von abgemessener Länge mit offener Flamme in der Richtung des Zuges und zwar mit solcher Geschwindigkeit, dass die Flamme nicht gebeugt wird, sondern vertical bleibt; hierbei beobachtet man die Zeit nach der Sekundenuhr, welche zum Durchmessen des Raumes nothwendig ist, und welche mit der Geschwindigkeit des Wetterzuges übereinstimmt. Das Mittel aus zwei bis drei hinter einander wiederholten Beobachtungen genügt für die tägliche Controle, doch lässt sich das Verfahren bei grosser Geschwindigkeit des Wetterzuges nur schlecht anwenden.

2. Das Abbrennen von Pulver oder Schwamm, sowie das Ausstreuen von leichten Flocken, welche, wie der Dampf des abgebrannten Pulvers u. s. w. von dem Wetterzuge mitgenommen werden, zeigt die Geschwindigkeit dadurch an, dass eine bestimmt abgemessene Streckenlänge in einer zu beobachtenden Zeit von dem Dampf u. s. w. durchlaufen wird. Das Verfahren setzt regelmässige Strecken voraus, damit man am Beobachtungspunkt den Anfangspunkt der Dampfbewegung sehen kann; es kann gut nur im rückkehrenden Wetterstrom angewendet werden und ist daher unter Umständen gefährlich. Nach Jochams ist dasselbe ausserdem ungenau, denn da die Luftgeschwindigkeit in den verschiedenen Theilen des Streckenquerschnitts nicht gleich gross ist, so folgen die leichten Theile, deren Bewegung beobachtet werden soll, dem schnellsten Luftfaden, die Erscheinung schneidet nicht scharf ab und je nachdem man nun die Zeit des Anlangens beobachtet oder das Mittel aus Anlangen und Verschwinden nimmt, erlangt man im ersten Falle zu grosse, im andern zu kleine Geschwindigkeit. In England wird übrigens diese Methode sehr vielfach angewendet[138]).

Wo grössere Genauigkeit gefordert wird, dienen zum Messen Anemometer und zwar entweder Pendelanemometer (de Henaut, Dickinson), entsprechend dem Stromquadranten, oder Flügelanemometer (Combes, Biram), dem Woltmann'schen Flügel nachgebildet.

3. Das Anemometer von de Henaut[139]) besteht aus einem Pendel, welches unten mit einer hohlen Kugel und oberhalb der Schneiden, welche die Achse bilden, mit verschiebbaren Linsen als Gegengewicht versehen ist; das Pendel hängt im Mittelpunkt eines ungetheilten Quadranten, an welchem sich ein an der Pendelstange befestigter Nonius bewegt, so dass

---

[137]) Glückauf. Essen 1882. No. 7.

[138]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen: Herold Bd. 3B. S. 63. 65; Serlo, v. Rohr, Engelhardt. Bd. 10B. S. 49. — Dejaer u. Fischer in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 94.

[139]) Ponson a. a. O. t. II. p. 57.

man den Ausschlagswinkel, um welchen die Pendelkugel durch den Wetterzug gehoben wird, beobachten kann. Eine Libelle dient zum richtigen Aufstellen des Quadranten. Nach dem Ausschlagswinkel berechnet man mittelst einer empirischen Formel die lineare Geschwindigkeit des Wetterstromes, indem man eine Constante in die Formel einführt und findet

$$v = 0{,}05\ N$$

wo v die Geschwindigkeit in Metern und N den Ausschlagswinkel in Graden bezeichnet.

4. Das Anemometer von Dickinson[140]) wird in der Gegend von Manchester viel gebraucht. In einem Rahmen a, Fig. 634 und 635, hängt

Fig. 634.

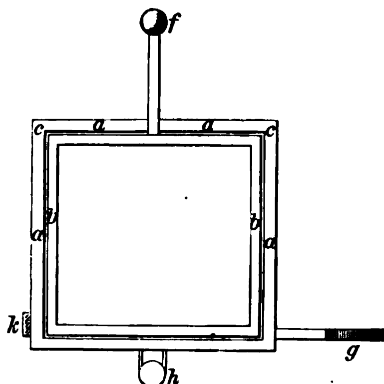
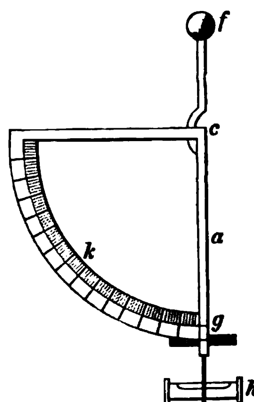


Fig. 635.



ein zweiter Rahmen b, um die gekörnten Zapfen cc drehbar und durch die Kugel f abbalancirt, der innere Rahmen ist mit Taffet überspannt; das Instrument wird an der Handhabe g mit Hilfe der Libelle h in der Mitte der Strecke aufrecht gehalten, so dass der Wetterstrom den innern Rahmen hebt, dessen Ausschlag an dem Quadranten k abgelesen werden kann. Der Apparat kann leicht zusammengelegt und in einem Kasten transportirt werden. Das Instrument ist sehr beweglich und daher schon bei geringen Geschwindigkeiten anwendbar, aber das Ablesen ist schwierig. Dasselbe wird auf den Steinkohlengruben bei Mährisch-Ostrau durch die Grubenbeamten benutzt, welche täglich dreimal damit Beobachtungen an bestimmten Stellen der Grube machen und in ein Annotationsbuch eintragen müssen, um jede Abweichung in der Geschwindigkeit der Wetter schnell constatiren zu können[141]).

---

140) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 50. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 94. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 181.

141) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 18.

5. Das Anemometer von Combes[142]) besteht aus einer Welle mit 4 ebenen Flügeln aus Rauschgold, welche über einen leichten Rahmen gespannt und gegen die zur Achse senkrechte Ebene um etwa 30 Grad geneigt sind; mittelst einer Schraube ohne Ende, zu welcher die Mitte der Achse angeschnitten ist, findet eine Uebertragung der Bewegung auf ein Räder- und Zählwerk statt; die Welle kann zweckmässiger Weise arretirt werden. Das Beobachten der Zeit, in welcher die Bewegung des Flügelrades stattfindet, erfolgt mittelst Sekundenuhr. Die Geschwindigkeit wird berechnet nach der Formel

$$v = an + b$$

worin v die Geschwindigkeit in Meter, n die Anzahl der Umdrehungen in einer Sekunde, a und b Constanten sind, welche für jedes einzelne Instrument besonders bestimmt werden müssen und für Temperaturen zwischen 10 und 30 Grad Celsius als unveränderlich angesehen werden können.

Für sein erstes Instrument bestimmte Combes die Constanten in der Formel

$$v = 0{,}0916\, n + 0{,}2578$$

aus einer Reihe von Beobachtungen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate, indem er das Instrument auf eine unbiegsame Stange von 1 Meter Länge stellt, welche durch ein Uhrwerk oder durch ein sonstiges Mittel in Drehung versetzt wird. Savary durchschreitet mit dem Instrument in der Hand einen langen Saal, in welchem die Luft nicht bewegt ist und beobachtet die Zahl der Umdrehungen, wobei er dieselben Constanten, wie Combes nach der ersten Weise, gefunden hat. Die von Combes angewandte Methode zur Bestimmung der Constanten wird auch bei anderen Anemometern in Anwendung gebracht, wenn auch hier und da in modificirter Weise[143]). In weiten Strecken muss man das Instrument — und dies gilt von allen Anemometern — an verschiedenen Stellen des Querschnitts aufstellen und das Mittel aus den Beobachtungen nehmen, um v zu finden. Das Anemometer von Combes wird in Frankreich und Belgien gebraucht.

6. Das Anemometer von Biram[144]) ist ein Fügelrad von 31 Centimeter Durchmesser mit 12 windschiefen Flügeln, deren Projection eine Kreisscheibe bildet; die Flügel bestehen entweder aus gummirten Taffet, welcher über einen Ring von Kupfer oder Messing gespannt ist, oder auch wohl aus Blech, wie besonders bei den kleineren patentirten Instrumenten,

---

[142]) Combes a. a. O. t. II. p. 565. — Annales des mines. 3. Série, t. XIII. p. 103.

[143]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1881. S. 8. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 153.

[144]) Busse: Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 91. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 94. — Der Civilingenieur. Bd. 22. S. 481.

welche nur 16 Centimeter Durchmesser haben. Die Apparate haben keine Arretirung, sie stehen mit einem Zählwerk in Verbindung, welches aber bei den englischen so abgestimmt ist, dass im Allgemeinen der Zeiger der ersten Scheibe, welche, wie alle anderen, 10 Ziffern enthält, um eine Zahl fortrückt, wenn die Drehung des Rades einer Durchgangsgeschwindigkeit der Wetter von 3 Meter in der Sekunde entspricht. Ueberhaupt sind die Instrumente so justirt, dass sie nicht die Umdrehungszahlen, sondern den Weg angeben, welchen ein Lufttheilchen zurücklegen würde, wenn es sich mit der Geschwindigkeit fortbewegte, mit welcher es durch das Rad ging. Durch Division der abgelesenen Zahlen mit der verflossenen Zeit in Sekunden erhält man also die Geschwindigkeit, welche man jedoch wegen der stattfindenden Reibung corrigiren muss, wozu Tabellen anzulegen sind. Die grösseren Apparate dienen gewöhnlich zur Controle, die kleineren zu täglichen Beobachtungen. In Deutschland hat man es vorgezogen, Biram'sche Anemometer beim Gebrauch nach einer Formel, ähnlich der von Combes, zu justiren, deren Constanten durch eine Reihe von Versuchen festgestellt werden muss, wie z. B. Cossmann die Formel für den von ihm benutzten, durch den Mechaniker Groten in Elberfeld angefertigten Anemometer[145]) bestimmte zu

$$v = 0{,}454 + 0{,}8313\ U + 0{,}008\ U^2$$

worin v die Geschwindigkeit in Sekunden, U die Anzahl der Umdrehungen in einer Sekunde bezeichnet.

Das Justiren der Biram'schen Anemometer erfolgt ähnlich wie bei Combes, in England benutzt man dazu die Vergleichung mit der aus der Bewegung des Pulverdampfes ermittelten Geschwindigkeit.

Die Commission zur Untersuchung der Wetterführung auf den westfälischen Gruben benutzte bei ihren Beobachtungen Biram'sche Anemometer und hat damit durchaus befriedigende, zuverlässige Resultate erzielt[146]), während Dickinson den Flügelanemometern eben so, wie allen andern die Zuverlässigkeit abspricht[147]).

7. Von Neumann ist ein Anemometer construirt, welches dem von Combes sehr ähnelt, nur dass die an demselben befindlichen Flügelräder statt aus Messing aus Glimmer gefertigt sind. Dasselbe ist sehr subtil und eignet sich zur Benutzung in Grubenräumen wenig, wie auch Versuche auf der Steinkohlengrube Rhein-Elbe in Westfalen nachgewiesen haben, wo bei einer Geschwindigkeit des Wetterstromes von 4 Meter in der Sekunde schon die Glimmerflügel mit dem messingenen Flügelarm abgerissen wurden[148]).

8. Der Anemometer von Casella[149]) ist gleichfalls ein Flügelanemo-

---

145) Cossmann: in Berggeist 1860. S. 659.

146) Nonne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 38.

147) The Mining Journal. London. Vol. 45. p. 1414.

148) Glückauf. Essen 1869. No. 8.

149) Glückauf. Essen 1873. No. 50. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen.

meter, unterscheidet sich aber von dem Biram'schen dadurch, dass seine Flügel nicht schraubenförmig zusammengesetzt sind, sondern in einer Ebene liegen. Er soll äusserst zuverlässig und leicht zu handhaben sein, weshalb er sich schnell in England, Belgien, Westfalen, Saarbrücken eingeführt hat, in Deutschland übrigens nach der von dem Mechaniker Fuess in Berlin gelieferten Construction[150]). Bei den Wetteruntersuchungen auf den Gruben bei Aachen hat man eine Formel festgestellt, nämlich

$$v = 0{,}14169 + 0{,}8666\, u + 0{,}04888\, u^2$$

worin v die Luftgeschwindigkeit in Metern in der Sekunde und u die Ablesungszahl des Zifferblattes bezeichnet. Auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat man für diesen Anemometer ein Stativ construirt, welches bei den regelmässig wiederholten Beobachtungen die Möglichkeit gewährt, das Instrument in jedem Profilpunkte aufzustellen, auch den für eine Messung angenommenen Punkt für alle folgenden beizubehalten[151]).

Mit dem Anemometer z. B. dem Biram'schen hat man das Telephon in der Weise verbunden, dass bei jeder zehnten Umdrehung des Anemometers eine kleine Eisenstange in Vibration gesetzt und der dadurch bewirkte Schall telephonisch nach dem Bureau über Tage übertragen wird. Bleibt das Anemometer beständig an seinem Platze, so ist der Betriebsleiter zu jeder Zeit, namentlich auch nach Betriebsunterbrechungen, im Stande, die Geschwindigkeit des Wetterstromes zu prüfen, ohne jedes Mal directe Beobachtungen in der Grube anstellen zu müssen[152]).

Auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken hat man in den Wetterstrecken stationäre Anemometer aufgestellt und die Umdrehung ihrer Flügelräder auf electrischem Wege auf Zählapparate über Tage übertragen, um die Geschwindigkeit des Wetterstroms beständig beobachten zu können; es ist indess nicht gelungen, die Instrumente auf längere Zeit ununterbrochen in Thätigkeit zu erhalten, weil die empfindlichen Theile nicht genügend vor der Grubenfeuchtigkeit geschützt waren. Dr. Schondorff hat einen stationären Anemometer construirt, welchem dieser Fehler nicht anhaftet. Die Umdrehungsachse trägt oben eine Glocke, welche mit ihrem unteren Theile in ein mit Mineralöl gefülltes Bassin taucht und dadurch hermetisch geschlossen wird, wodurch alle unter ihr befindlichen leicht verletzbaren Theile vor äusseren schädlichen Einflüssen geschützt werden[152a]).

Zum Messen der bewegenden Druckhöhe der Luft sind Manometer brauchbar, deren Füllung in der Regel Wasser ist[153]). Man bedient sich

---

Wien 1874. S. 14. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 114. 116; Bd. 24B. S. 166.

150) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 299.

151) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 167.

152) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 81.

152a) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30B. S. 254.

153) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10B. S. 50.

einer U förmigen Röhre (watergauge) von Glas mit etwa 16 Centimeter langen Schenkeln, von denen der eine mit einem Messinghut versehen ist, an dem sich ein kleines Messingrohr befindet, zwischen den Schenkeln ist eine in Centimeter und Millimeter getheilte Scala angebracht. Beim Gebrauche wird die Glasröhre bis zu beliebiger Höhe mit Wasser gefüllt, in dieser die Scala mit ihrem Nullpunkt eingestellt und das Messingrohr in ein gebohrtes Loch der Wetterthür, welche einfallenden und ausziehenden Wetterstrom trennt, luftdicht eingelassen. Im Allgemeinen ergeben die Beobachtungen eine Differenz von 39 bis 52 Millimeter Wassersäule. — Da bei den Schwankungen der Wassersäule das Ablesen an der Scala nicht ganz zuverlässig ist, benutzt man bei fast allen Saarbrücker Ventilatoranlagen zur Messung der Depression ein von Ochwadt angegebenes Manometer, auf dessen Wassersäulen sich Schwimmer befinden, von welchen die Schwankungen mittelst Hebelwerk auf einen Zeiger übertragen und dort abgelesen werden können. Man hat sogar — ähnlich wie bei den Indicatoren — ein Registrirwerk verbunden, welches mittelst Stiftes auf einem Papierstreifen die Höhe der Depression verzeichnet[154]).

Auf den belgischen Gruben wird der Depressionsmesser von Tonneau angewendet, welcher in einem Blechkasten mit doppelten Wänden besteht, dessen innere Wände nicht bis auf den Boden reichen, so dass gewissermassen ein communicirendes Rohr hergestellt ist, dessen äusserer Schenkel mit dem Wetterkanal durch einen Schlauch verbunden wird, während die innere Abtheilung unter dem Drucke der Luft steht. Der Behälter wird so hoch mit Wasser gefüllt, dass dasselbe selbst bei der grössten Depression nicht unter die Unterkante der inneren Wandung sinken kann. In der inneren Abtheilung befindet sich ein Schwimmer, welcher durch eine aus dem Gefäss hervorragende Stange geführt wird. Am Ende der Stange liegt ein Bleistift, welcher mittelst seiner Feder gegen einen Papierstreifen gedrückt wird, um die Bewegungen des Schwimmers zu verzeichnen; der Papierstreifen ist auf einen Cylinder gespannt, welcher mittelst eines Uhrwerks in 24 Stunden um seine Achse gedreht wird[154a]).

Im Auftrage der französischen Wetter-Commission hat Aguillon die Apparate zum Messen der Wetterquantitäten und der Depression in einem Berichte zusammengestellt und ihren Werth kritisch beleuchtet, ohne zur Entscheidung über das beste Mittel zur Wettermessung zu gelangen[154b]).

Anemometer und Manometer ergänzen einander, wenn es sich darum handelt, die bei der Wetterführung geleistete nützliche Arbeit zu bestimmen, was namentlich bei der Ventilation mittelst Maschinen von Wichtigkeit ist, und sobald genaue Berechnungen stattfinden sollen; bei

---

[154]) Glückauf. Essen 1881. No. 95; 1882. No. 97.

[154a]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1882. S. 346. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 600.

[154b]) Glückauf. Essen 1882. No. 70. 71.

Herstellung des Wetterzuges durch Erhöhung der Temperatur genügt die Beobachtung der Differenz in der Temperatur, welche gewissermassen die manometrische Differenz vertritt, eben so wenig, wie zur Ausführung des Calcüls bezüglich der mechanischen Arbeit.

Die Rechnungen werden im Allgemeinen so angestellt, dass man beobachtet:

1. Die ausziehende Menge der Wetter in der Sekunde = Q, ihre Temperatur = t und ihre Pressung, beziehungsweise ihren barometrischen Druck = p, was in der Regel nur unmittelbar unter oder in der Nähe des ausziehenden Schachtes wird geschehen können,

2. den Barometerstand = P und die Temperatur = T über Tage,

3. die manometrische Differenz = m, welche in der Nähe des Tages gemessen werden muss, und daher im Allgemeinen, wo es sich um grosse Genauigkeit handelt, nicht benutzt werden kann, um p als P — m zu berechnen.

Man sucht zunächst aus dem für 0 Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand bekannten Gewicht der Luft γ (1 Kubikmeter = 1,2987 Kilogramme) das Gewicht der Luft für den äusseren Zustand der Atmosphäre und findet dasselbe

$$\gamma_1 = 1{,}2987 \cdot \frac{P}{0{,}760} \cdot \frac{1}{1 + aT}$$

wobei keine Rücksicht auf die Feuchtigkeit der Luft genommen ist und a eine Constante bildet; demnächst reducirt man das gefundene Luftquantum Q auf Luft von äusserem Verhalten und findet

$$Q_1 = Q \cdot \frac{p}{P} \cdot \frac{1 + aT}{1 + at}$$

weil die Volumina umgekehrt proportional sind dem Drucke p und P, direct proportional den Dichtigkeiten 1 + a T und 1 + a t. Endlich setzt man die manometrische Höhe des Wassers m in eine Luftsäule von äusserem Zustande um, deren Höhe sich berechnet

$$H = 770\ m$$

wenn man die Verschiedenheit der Temperatur und die ungleiche Ausdehnung von Luft und Wasser ausser Acht lässt, worauf man aber bei genauem Verfahren Rücksicht zu nehmen hat, was mit Hilfe von γ geschehen kann, wenn man sich erinnert, dass ein Kubikmeter Wasser wiegt

bei	4	Grad	=	1000,00	Kilogramme
„	10	„	=	999,89	„
„	20	„	=	998,56	„
„	30	„	=	996,10	„

und für Zwischenwerthe aus den Differenzen proportional interpolirt oder statt dessen aus Tabellen das specifische Gewicht des Wassers entnimmt und hiernach die Dichtigkeit zwischen γ_1 und dem Wasser ermittelt.

Für die Grubenluft bleibt aber noch zu berücksichtigen, dass sie in der Regel mit Wasserdampf gesättigt ist und daher weniger wiegt als γ.

Die Rechnung wird möglich, wenn man die Spannung des Dampfes bei der betreffenden Temperatur kennt, wozu physikalische Tabellen dienen oder die empirische Formel von Tredgold

$$y = 6 \,.\, \log. (t + 75) - 13{,}57652$$

worin y die Spannkraft in Centimeter Quecksilber, t die Temperatur bezeichnet. Nennt man diese Höhe p_1 so hat die Luft allein die Pressung

$$P - p_1$$

und die Volumina Wasserdampf und trockene Luft werden sich also verhalten wie

$$\frac{p_1}{P} : \frac{P - p_1}{P} \,.$$

Es wiegt also die in einem Kubikmeter enthaltene trockene Luft

$$\frac{P - p_1}{P} \,.\, 1{,}2987 \,.\, \frac{P}{0{,}760} \,.\, \frac{1}{1 + aT}$$

und der Wasserdampf, dessen Dichtigkeit bei 0 Grad und 760 Millimeter Barometerstand 0,624 beträgt,

$$\frac{p_1}{P} \,.\, 0{,}624 \,.\, 1{,}2987 \,.\, \frac{P}{0{,}760} \,.\, \frac{1}{1 + aT}$$

also das Kubikmeter feuchter Luft

$$\gamma_1 = \left(0{,}624 \,.\, \frac{p_1}{P} + \frac{P - p_1}{P}\right) . \frac{1{,}2987}{0{,}760} \,.\, \frac{P}{1 + aT}$$

Wären noch andere Gase beigemengt, so würde man deren Gewicht ähnlich in Rechnung ziehen müssen. Um die Schlussrechnung zu bewirken, hat man Q . γ_1 H zu multipliciren und die erhaltene Zahl Kilogrammmeter durch 75 zu dividiren, um die Pferdekräfte zu erhalten.

Als Beispiel diene folgende Berechnung nach Combes[155]) bei Anwendung eines Wetterofens:

Q = 1,880 Kubikmeter bei 74 Grad Celsius und 0,7683 Meter Barometerstand

die äussere Luft hat 3 Grad Celsius und 0,7701 Meter Barometerstand

das Wassermanometer zeigt 0,012 Meter bei 7 Grad Celsius

1 Kubikmeter Luft, mit Wasserdampf gesättigt, wiegt bei 3 Grad Celsius, wenn a = 0,00375 ist, 1,297 Kilogramm, das Manometer entspricht also 9,25 Meter Luftsäule und Q reducirt sich auf 1,480 Kubikmeter. Demnach ist die mechanische Arbeit

1,480 . 1,297 . 9,25 = 17,76 Kilogrammmeter = 0,237 Pferdekraft.

E. Künstlicher Wetterzug.

Der künstliche Wetterzug ist unentbehrlich für Uebergangszeiten und überall da, wo die Niveauverhältnisse einen natürlichen Wetterwechsel ausschliessen; er kommt in bedeutendster Entwicklung vor bei Steinkohlen-

[155]) Combes a. a. O. t. II. S. 433.

gruben und zwar bei Tiefbauen wegen des Auftretens schlagender Wetter und meistens geringer Niveaudifferenzen.

Die künstliche Ventilation ganzer Grubengebäude wird stets hervorgerufen durch Vermehrung des Dichtigkeitsunterschiedes der im Wetterwechsel stehenden Säulen, deren bei geregelter Wetterlosung immer zwei vorhanden sein müssen. Die Vermehrung des Dichtigkeitsunterschiedes kann geschehen:

I. durch Vermehrung der Temperaturunterschiede und zwar:
   a. durch Erwärmen des ausziehenden Wetterstromes,
   b. durch Abkühlen des einfallenden Wetterstromes,

II. durch Vermehrung der Dichtigkeitsunterschiede auf mechanischem Wege und zwar:
   a. durch Verdünnen des ausziehenden Stromes mittelst saugender Maschinen,
   b. durch Verdichten des einfallenden Stromes mittelst blasender Maschinen.

Zwischen beide Gruppen stellt sich gewissermassen die Anwendung ausströmender, hochgespannter Dämpfe, welche zugleich erwärmend und mechanisch wirken.

Blasende Maschinen sind bis jetzt nicht zur Ventilation ganzer Grubengebäude, vielmehr nur local in einzelnen Grubenbauen angewendet worden; überhaupt kommen Maschinen nur auf Steinkohlengruben vor.

I. Erwärmen des ausziehendeen Wetterstromes.

a. Das Einkesseln.

Für vorübergehende Zwecke dient zur Erwärmung der Luft das Einkesseln, wobei man brennendes Stroh oder dgl. m. oder heisse Körper in den Schacht hängt, um die Luft durch dieselben zu erwärmen, dadurch zu verdünnen und zum Ausziehen zu zwingen. Das Verfahren ist bei Schächten, welche in Zimmerung stehen, jedenfalls gefährlich.

b. Schornsteine der Dampfkessel.

Bei Schachtabteufen und in den ersten Zeiten nach Eröffnung eines Baues, beziehungsweise bei noch nicht ausgedehnten Grubenbauen, kann man da, wo Dampfmaschinen als bewegende Kraft dienen, ein Schachttrum, welches wetterdicht abgekleidet wird, mit dem Schornstein der Dampfkessel in Verbindung setzen, wodurch eine Erwärmung und Verdünnung der oberen Luftschichten in dem betreffenden Schachttrum, also eine Bewegung der Luft bewirkt wird.

c. Wetteröfen.

Für eine definitive Wetterversorgung in ausgedehnten Grubenbauen dienen Wetteröfen, welche entweder unter Tage oder über Tage stehen,

bei den letzteren kommt noch der Fall vor, dass nicht eine directe Erhitzung der Luft, sondern eine solche durch Contact gewählt wird; die Wirkung der Wetteröfen über Tage ist überhaupt ähnlich der der Maschinenschornsteine.

1. Wetteröfen unter Tage.

Wetteröfen unter Tage sind ganz allgemein in England[156]) üblich gewesen, früher benutzte man sie auch auf belgischen und französischen Steinkohlengruben, wo aber jetzt sich überwiegend Maschinen finden, die sich auch bei uns und neuerdings in England Eingang verschafft haben. Wetteröfen unter Tage sind vortheilhafter, als über Tage, bei jenen wirken die Schächte als Kamine von ansehnlicher Höhe, diese bedürfen nothwendig eines Kamins oder Thurmes, welcher kostspielig wird.

Wirkungen und Gränzen der Wetteröfen. Früher war die Relation der Wettermenge und Geschwindigkeit dargestellt durch die Formel

$$Q = A v$$

und dabei die Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2\,gh \,.\, \frac{t - T}{1 + aT}}$$

man kann also bei gleichem T und sonst gleichen Verhältnissen für verschiedene Werthe von t zur Vergleichung $\sqrt{t - T}$ benutzen.

Wenn $T = 10$ Grad ist, die Wetter bis zum Eintritt in den Ofen in dieser Temperatur bleiben und sich dieselben im Ofen erwärmen auf

30 40 50 60 100 Grad

so sind Q und v proportional

$\sqrt{20}$ $\sqrt{30}$ $\sqrt{40}$ $\sqrt{50}$ $\sqrt{90}$

oder

4,5 5,5 6,3 7,1 9,5

Der Aufwand an Brennmaterial wird sich proportional bestimmen durch das Produkt aus dem Grad der Erwärmung mit dem Quantum der erwärmten Luft, hier also

4,5 . 20 5,5 . 30 6,3 . 40 7,1 . 50 9,5 . 90

oder

90 165 252 355 855

Bei Erwärmungen auf beispielsweise 30 und 100 Grad, also um 20 und 90 Grad nimmt die Wettermenge zu von 4,5 auf 9,5, also etwas über das Doppelte, der Aufwand von Brennmaterial von 90 auf 855, also auf

[156]) Herold in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3B. S. 61. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt ebenda Bd. 10B. S. 41. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 95. — Dunn: a treatise of the Winning and Working of Collieries. p. 132. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. 1860. S. 351. 358. — Combes a. a. O. t. II. p. 393. — Ponson a. a. O. t. II. p. 95.

das $9^1/_2$ fache. Ungünstiger noch gestaltet sich das Verhältniss, wenn sich die Luft unter Tage auf dem Wege zum Wetterofen um einen bestimmten Betrag z. B. um 10 Grad erwärmt, dann bleiben wie vorher Q und v im Verhältniss von

4,5 5,5 6,3 7,1 9,5

an Wärme muss geliefert werden

10 20 30 40 80 Grad

also verhält sich der Brennmaterialaufwand wie

45 110 189 284 760

so dass sich hier das erste und letzte Glied wie 1 : $16^7/_8$ verhält.

Eine grössere Erhitzung als im Mittel auf 50 Grad Celsius erscheint daher wenig vortheilhaft, obschon in England höhere Temperaturen vorkommen; bei einer mittleren Temperatur von 50 Grad lässt sich auch der ausziehende Schacht noch zu anderen Zwecken benutzen. Uebrigens ist im Allgemeinen klar, dass ein Wetterofen von bestimmter Rostfläche eine Gränze der Wirksamkeit unter gegebenen Verhältnissen hat, da die Verbrennung eines grösseren Quantums Brennmaterial zwar mehr Zug hervorbringt, aber auch desselben bedarf, um überhaupt zur Verbrennung zu gelangen.

Stellung des Wetterofens. Nur bei kleinen Anlagen findet man den Wetterofen wohl direct unter dem Schacht oder dem ausziehenden Trum, wenn nur ein Schacht vorhanden ist; bei Tiefbauen stets seitwärts des Schachtes. In England, speciell in Northumberland und Durham stehen die Wetteröfen 18 bis 45 Meter, im Mittel 27 Meter seitwärts vom Schachte entfernt und werden durch einen mässig ansteigenden Kanal mit dem ausziehenden Schachte in Verbindung gesetzt.

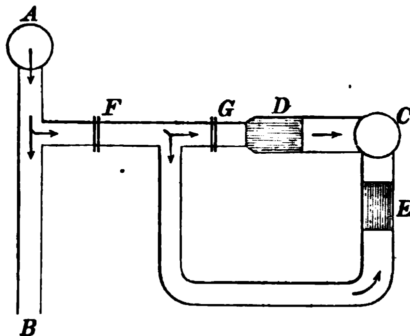
Zuführung der Luft. Entweder geht die ganze Luft durch den Ofen, theils ober-, theils unterhalb des Rostes, indem letzterer Antheil zugleich durch den Rost in die Höhe steigt, da nur in seltenen Fällen der Raum unterhalb des Rostes an der hinteren Seite offen ist; im nördlichen England ist diese Einrichtung jetzt das Gewöhnliche, auch in Gruben mit schlagenden Wettern, indem man von dem Grundsatze ausgeht, dass so viel Luft zugeführt werden muss, um das Gemenge von atmosphärischer Luft mit schlagenden Wettern im rückkehrendem Strom unschädlich zu machen; jedenfalls wird der Vortheil einer sehr gleichmässigen Erwärmung erreicht. Oder es wird nur ein Zweig der rückkehrenden Wetter in gleicher Weise zum Rost geleitet, was von selbst eintritt, wenn verschiedene Bausohlen in den Schacht münden, auch wird eine solche Theilung jetzt noch absichtlich bewirkt, wenn einzelne Theile des rückkehrenden Stroms zu viel Grubengas enthalten.

Aehnlich verfährt man wohl bei kleinen Anlagen, wo eine grosse Erwärmung nicht nothwendig ist, zweigt dabei einen Theil der Wetter aus dem rückkehrenden Strome ab und lässt dadurch wenig Brennmaterial energisch verbrennen, dessen Gase sich später mit den übrigen Wettern

mischen, wobei man die Strecke zum Schacht frei von schlagenden Wettern halten kann; oft überlässt man auch diese Abzweigung den Wettern selbst. Endlich kann man auch den Rost direct mit frischen Wettern speisen, was beim Vorhandensein vieler schlagender Wetter nothwendig ist, auch dann, wenn im einziehenden Strom nicht hinreichend frische Wetter nachgeführt werden können; es ist dies nur ausführbar, wenn der einfallende Schacht nahe dem ausziehenden steht, was freilich in England in der Regel der Fall ist. Dennoch wird in England dieses Verfahren nicht wünschenswerth, selbst fehlerhaft gehalten, weil rückkehrende Wetter, welche nicht durch den Wetterofen gehen dürfen, überhaupt als gefährlich betrachtet werden, und weil die direct zum Wetterofen Behufs der Verbrennung des Brennmaterials gebrachte Luft der allgemeinen Wetterversorgung entzogen wird.

Wie man die Verzweigung vornimmt, zeigt das Beispiel der Grube Victoria bei Wackefield[157]), wo man durch Wetterthüren mit Schiebern

Fig. 636.



oder Schlitzen die Regulirung bewirkt, wobei im vorliegenden Falle in Fig. 636 A der einziehende Schacht ist, von dem aus die Wetter sich durch B in die Grubenbaue vertheilen, um zu dem ausziehenden Schacht C zurückzukehren; dieser wird durch die beiden Wetterherde D und E erhitzt, welche 1,883 Meter lange und 2,5 Meter breite Roste haben und durch frische Wetter unterhalten werden, indem von dem einziehenden Wetterstrom die für beide Oefen benöthigte Luft durch einen Schlitz in der Wetterthür F hindurchgeleitet wird, von welcher die Hälfte direct zum Ofen E tritt, während die andere Hälfte durch einen halb so grossen Schlitz in der Wetterthür G zum Ofen D gelangt. Die Länge des Kanals zum Schachte darf natürlich nicht zu gering sein, nach Combes würden bei Steinkohlengruben 15 bis 20 Meter genügen, damit kein Funken mehr in den Schacht gelangt. Herold giebt 30 bis 40 Meter an und sagt,

[157]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen: Herold Bd. 3B. S. 64; Busse Bd. 6B. S. 91.

dass der Kanal 10 bis 20 Meter über der Sohle, wo die Wetter einströmen, mündet.

Construction der Wetteröfen. Die Wetteröfen sind in Mauerung gesetzt und mit Gewölben versehen, auch in dem Verbindungskanal vom Ofen zum Schacht, um das Gestein gegen das Loslösen, die Kohle — wie bei der Stellung der Oefen in England nothwendig — gegen Entzündung zu schützen; zu letzterem Zweck hat man, um vollständig gesichert zu sein, wohl doppelte Gewölbe. Seitwärts des Rostes hat man überwölbte Gänge oder Luftzüge im Mauerwerk ausgespart; hinter dem Roste ist gewöhnlich

Fig. 637.

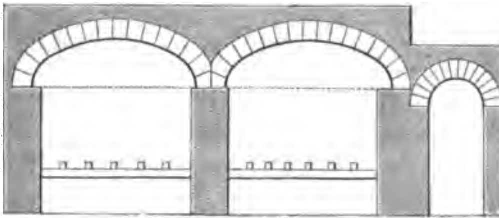
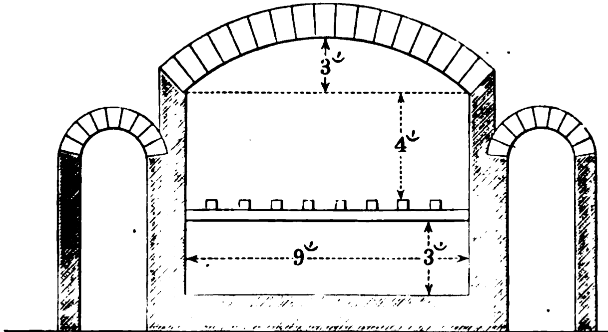


Fig. 638.



ein Raum zum Ansammeln der Flugasche vorhanden, der wohl durch einen Seitenkanal zugänglich ist, wenn dieser nicht ohnehin zur Luftkühlung eingebracht ist. Derartige Constructionen gehen aus den Querschnitten der Wetteröfen auf der South Hetton Grube, Fig. 637, und Hetton Grube, Fig. 638, in England beispielsweise hervor. In England befindet sich der Rost 1 bis 1,25 Meter von der Sohle, die Höhe bis zum Gewölbe ist verschieden, eben so wie dessen Gestalt, von Rohr[158]) giebt die Höhe zu 1,5 bis 2 Meter an. Bei halbkreisförmigem Gewölbe soll leicht zu wenig Luft durch den Rost selbst gehen, und soll diese Form überhaupt nur anwendbar sein, wenn man den grossen Raum über dem Rost durch eine Schiebethür schliesst, mit deren Hilfe sich das Feuer gut reguliren lässt,

[158]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 42.

wie in der Gegend von Manchester. Die Länge der Roste, in der Richtung, in welcher die Kohlen aufgeworfen werden, beträgt in England zwischen 1,883 bis 2,825 Meter, wenn nicht ausnahmsweise durch besondere Art der Aufstellung ein Beschicken von 2 Seiten her möglich wird, wie z. B. auf den Gruben Sherburn, Fig. 639, Houghton in le Spring[159]); die nöthige Fläche erreicht man dann durch Combiniren mehrer solcher Roste auf mannigfache Art, von welcher am zweckmässigsten die von Old Hetton, Fig. 640, zu sein scheint, wo bei 1,883 Meter Länge 4 Roste von zusammen

Fig. 639.

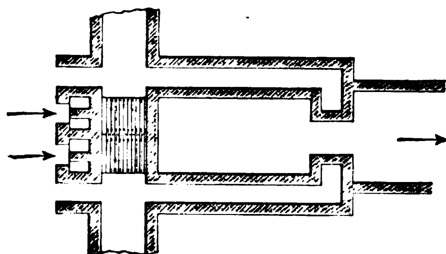
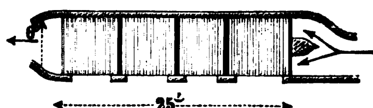


Fig. 640.



7,846 Meter Breite, also einer Fläche von 15 Quadratmeter, neben einander liegen, mit je einer Feuerthür, und wo die Wetter in der Richtung der Breite, angeblich 6800 Kubikmeter in der Minute, durchstreichen; auch hat man wohl 2 Roste, durch eine mittlere Zunge getrennt, neben einander so liegen, dass der Zug rechtwinkelig zur Breite hindurchgeht; auf der Grube Houghton le Spring, Fig. 641, hat man 4 Roste zum Quadrat combinirt mit 14 Quadratmeter Fläche; a bedeutet den ausziehenden Schacht. Zuweilen liegen aber auch mehre Oefen um den Schacht, namentlich wenn sich die einzelnen Zweige (Splits) des einfallenden Wetterstroms nicht gut wieder zu einem ausziehenden Strom vereinigen lassen.

Wenn unterirdische Maschinen vorhanden sind, benutzt man auch die Kesselfeuerung zur Hilfe bei Erwärmung des ausziehenden Stroms, an einzelnen Stellen sogar unterirdische Koksöfen und Retorten zur Gasfabrikation, was indess nicht nachzuahmen ist.

Die sonstigen Verhältnisse sind in England günstig, daher man dort grosse Effecte der Oefen hat. Man nimmt im nördlichen England an, dass ein Rost von 1,883 Meter Breite und 1,883 bis 2,5 Meter Länge in der Minute 1200 bis 1500 Kubikmeter Luft durchführt und dabei in 24 Stunden

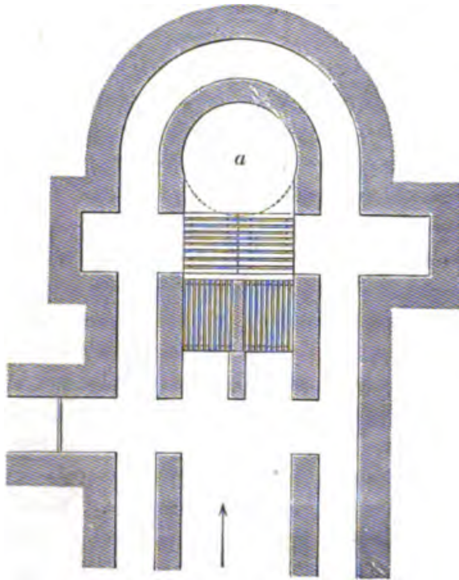
---

[159]) Ebenda. S. 42. 43.

2 tons oder 40 Centner Kohlen verbrennt. Die Weite der Schächte und Strecken begünstigt die Wirkung, daher sind die Widerstände gering, das Wassermanometer zeigt oft noch unter 26 Millimeter, wohl nicht leicht über 52 Millimeter Differenz.

Auf der Steinkohlengrube Shamrock bei Bochum in Westfalen ist unter einem 3,138 Meter weiten, 125 Meter tiefen Schacht, welcher kreisrund in Mauerung gesetzt und ohne alle Zimmerung ist, ein Wetterrost angebracht, welcher 2,197 Meter Breite und 2,825 Meter Länge hat, und auf welchem ununterbrochen gefeuert wird. Der Rost besteht aus 78 Millimeter dicken gusseisernen Röhren von der ganzen Länge des Rostes, welche

Fig. 641.



an beiden Enden mit 13 Millimeter starken Verstärkungsrippen versehen sind, um die richtige Fugenweite herzustellen, so wie um das Abgleiten der Stäbe von den Trägern zu verhindern. Die Röhrenstäbe werden mittelst langer Schlüssel, welche in die vordere Mündung und in hier angebrachte Einschnitte eingesetzt werden, alle 20 bis 30 Minuten um ein Viertel gedreht, um das Verbrennen der Stäbe noch mehr zu verhüten, als es schon durch die Luftkühlung geschieht. Diese Rosteinrichtung soll sich sehr gut bewährt haben; der Wetterstrom ist auf 1500 Kubikmeter in der Minute ermittelt[160]).

---

[160]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 87. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 7. — Glückauf. Essen 1869. No. 33.

Ueber dem ausziehenden Wetterschachte, welcher dem Ofen zum Schornstein dient, bringt man, wie es zum Schutze der Förderleute dringend erforderlich ist, Wetterthürme, sogar bis 15 Meter Hö. an. Bei hohen Temperaturen müssen die hölzernen Leitungen im Schachte durch solche aus Eisen oder Drahtseilen ersetzt werden, man hat deshalb wohl auch in England besondere Schachttrüme für den ausziehenden Wetterstrom, denn die Einwirkung der heissen ausziehenden Luft auf die Förderungseinrichtungen und die Pumpen, wenn sich solche im Schachte befinden, ist sehr zerstörend, so auch auf die gusseiserne Cuvelage, welche überdies Wärme abzuleiten scheint, denn auf der Haswell Grube hat man die Beobachtung gemacht, dass nach Einbringen eines Futters von Ziegeln, also nach Verengung des Querschnitts doch der Effect und die ausziehende Luftmenge grösser wurde.

Effecte in England[161]). Philipp giebt in dem Districte des Tyne, Wear und Tees das grösste durchgezogene Luftquantum an zu 5800 Kubikmeter in der Minute in einem Schacht auf der Grube Hetton mit 3 Rosten, von Rohr auf derselben Grube zu 6800 Kubikmeter mit 4 Rosten. Die grösste Geschwindigkeit im ausziehenden Schachte wird auf der Grube Haswell zu 9 Meter in der Sekunde angegeben bei 2,825 Meter Durchmesser des Schachtes, dessen Fläche durch feuerfeste Ziegel auf 5,75 Quadratmeter verengt ist. Nach Dejaer und Fischer soll man, wenn im Schachte gefördert wird, die Geschwindigkeit des ausziehenden Stroms nicht grösser als 2,5 bis 3 Meter geben dürfen. — Der schnellste Hauptstrom unter Tage wird zu 6,5 Meter in der Sekunde auf der Grube Wallsend, 2300 Kubikmeter Luft in der Minute gebend, notirt; nach von Rohr beträgt die Geschwindigkeit gewöhnlich 2 bis 4 Meter, vor den Arbeitspunkten nicht über 1 bis 1,5 Meter, weil sonst Belästigung der Arbeiter eintritt.

Die grösste Hitze, welche in dem ausziehenden Schachte erzeugt wird, beträgt 145 bis 170 Grad Fahrenheit oder 62,8 bis 76,6 Grad Celsius; nach Dejaer und Fischer geht man sogar bis 180 Grad Fahrenheit oder 82,2 Grad Celsius; diese Wärmesteigerung darf man aber nicht eintreten lassen, wenn in dem ausziehenden Schachte oder in dem betreffenden Schachttrum gefördert wird, alsdann ist das Maximum 80 bis 90 Grad Fahrenheit oder 27 bis 32 Grad Celsius.

Im Mittel von 30 englischen Gruben hat man in der Minute 1460 Kubikmeter Luft mittelst der Wetteröfen in das Grubengebäude eingeführt, die geringsten Werthe betragen 370 bis 580 Kubikmeter in der Minute.

Im Mittel von 10 englischen Gruben sind innerhalb 24 Stunden 2,936 tons oder 59,36 Centner Steinkohlen Behufs Belebung des Wetterstroms verbrannt, so dass mittelst 1 Pfund Kohle, welche binnen 24 Stunden verbrannt wird,

---

[161]) Philipp: Report on the Ventilation of Mines and Collieries 1850. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 45. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 95.

im Minimum 0,22 Kubikmeter
im Mittel 0,26 „
im Maximum 0,42 „

Luft in der Minute zugeführt werden oder binnen 24 Stunden

im Minimum 320 Kubikmeter
im Mittel 375 „
im Maximum 600 „

Bei Unterstützung der Wirkung des Wetterofens durch Maschinenfeuerung gibt Philipp den Kohlenverbrauch und die Wirkung nach englischem Gewicht und Maass auf folgenden Gruben:

	Kohlen in 24 Stunden	zugeführte Luft in der Minute	pro 1 ton Kohle Luft in d. Minute
Haswell	4	100917	25224
Hetton	9	190000	21111
Morton und South Hetton	$8^1/_4$	132895	16108

ähnliche Angaben durch von Rohr[162]) ergeben:

	Luft in der Minute	Grösse der Rostfläche	verbrauchte Kohlen in 24 Stunden	auf 1 Quadratfuss Rostfläche Kohlen in 24 Stunden
	Kubikfuss	Quadratfuss	Centner	Centner
Houghton le Spring	120000	144	70	$^{70}/_{114} = {}^1/_2$ ca.
Sherburn	—	100	108	$^{108}/_{100} = 1$ ca.
Pendlebury	70000	80	120	$^{120}/_{80} = 1^1/_2$
Kirkless Hall . . .	80000	36	45	$^{45}/_{36} = {}^5/_4$
nach Dejaer und Fischer:				
Seghill	50000	56	40	$^{40}/_{56} = {}^5/_7$
Deep Duffryn . . .	120000	80	160	$^{160}/_{80} = 2$

Diese Zahlen sind nur zu oberflächlichen Vergleichungen geeignet, weil, von der Qualität der Kohlen abgesehen, ausserdem noch einwirken: der Zustand des Schachtes in Bezug auf Feuchtigkeit, dessen Querschnitt und Tiefe, der Grad der erzeugten Temperatur im Vergleich zu der Tagesluft, die Länge des Wetterweges unter Tage, der Antheil, welchen der natürliche Wetterzug hat und den man zu ermitteln meist nicht im Stande ist.

Nach Philipp verbraucht im Durchschnitt von 8 grösseren Gruben 1 Hauer in der Minute 15 Kubikmeter Luft; doch ist diese Zahl nicht brauchbar, weil nicht die ganze Belegschaft und die Zahl der Pferde berücksichtigt ist; rechnet man den Luftverbrauch für 1 Pferd dem von 3 Mann gleich, so erhält man nach von Rohr's Angaben den Verbrauch an Luft für 1 Mann im Durchschnitt zu 3 bis 4,5 Kubikmeter in der Minute.

Im nördlichen Frankreich zu Anzin[163]) speist man in den meisten Fällen die Wetteröfen mit frischer Luft, welche durch sogenannte beurtias,

[162]) A. a. O. Bd. 10B. S. 43.

[163]) Combes a. a. O. t. II. p. 401.

kleine Schächte zur Seite des ausziehenden Schachtes, herbeigeführt wird; der ausziehende Schacht dient in der Regel auch zur Förderung, die Erhitzung soll 40 Grad nicht übersteigen. Auf den belgischen Gruben sind zur Zeit die Wetteröfen wohl ganz verschwunden; im Allgemeinen sind auch hier sowohl, wie in Frankreich die Verhältnisse für Anlage von Wetteröfen schwieriger, als auf den englischen Gruben.

Ponson[164]) theilt Beobachtungen und Berechnungen mit, in welchen zugleich der Nutzeffect des Brennmaterials ermittelt ist. Wenn, auf Wasser bezogen, die specifische Wärme der Luft 0,26 angenommen ist, so kann man aus dem Gewicht der durch den Schacht gegangenen Luftmasse und der ihr ertheilten Temperaturerhöhung die Anzahl der dazu verwendeten Calorien berechnen, ebenso auch, wieviel Calorien das verwendete Brennmaterial erzeugt haben würde, wodurch man wiederum Vergleichungspunkte mit den durch Dampfmaschinen betriebenen Ventilationsapparaten gewinnt. Nach jenen Beobachtungen ist

die Temperatur der ausziehenden Wetter $22\frac{1}{2}$ bis $34\frac{1}{2}$ Grad,
die Temperaturerhöhung durch den Wetterofen 8 bis $19\frac{3}{4}$ Grad,

	die in einer Sekunde durchgezogene Luftmasse	der Steinkohlenverbrauch in 24 Stunden
im Minimum	2,3 Kubikmeter	775,5 Pfund
im Maximum	8,2 „	1400 „
im Mittel	4,7 „	1146 „

in der Minute werden also im Mittel 280 Kubikmeter Luft durchgezogen und dabei in 24 Stunden 1146 Pfund oder in der Minute $^{1146}/_{1440} = 0,7958$ Pfund Kohlen verbrannt, mithin ist die Leistung von 1 Pfund Kohle rund 350 Kubikmeter Luft, was der mittleren Leistung in England sehr nahe kommt. Die realisirten Quoten der theoretischen Leistungen schwanken von 16 bis 81 Procent und betragen im Mittel nur 41 Procent; nach Ansicht der Belgier hat das Brennmaterial, zum Betriebe eines Ventilators verwendet, bei Weitem mehr Effect, als wenn es im Wetterofen verbrannt wird.

2. Wetteröfen über Tage.

Man hat Wetteröfen über Tage oder doch nahe unter Tage. Die letzteren findet man in der Gegend von Mons, wo der aufsteigende Wetterstrom aus dem leicht verbühnten Schachte in einen seitwärts und 3,75 bis 5 Meter unter Tage stehenden Ofen abgelenkt wird, über welchen sich ein Thurm erhebt. In anderen Fällen z. B. auf sächsichen Braunkohlengruben[165]) steht der Ofen auf der Tagesoberfläche und communicirt durch einen Kanal

[164]) Ponson a. a. O. t. II. p. 98.

[165]) Ottiliä, das Vorkommen, die Aufsuchung u. Gewinnung der Braunkohlen i. d. preussischen Provinz Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 328.

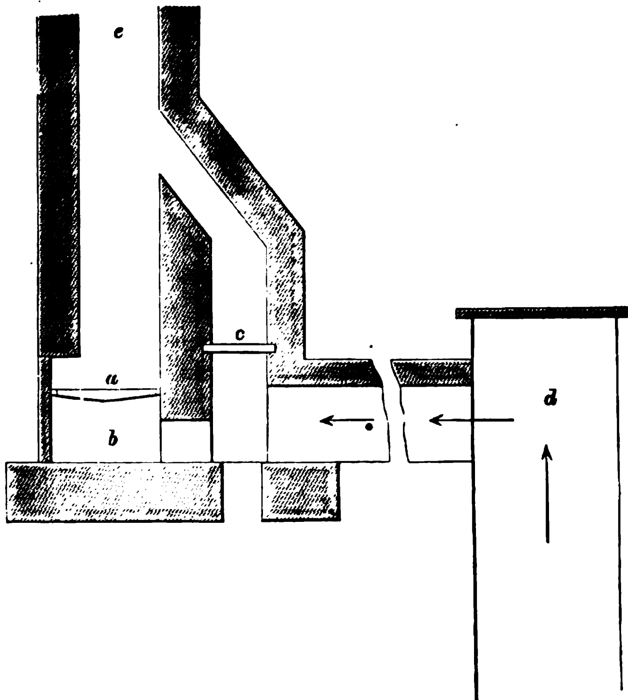
mit dem Schachte, hat aber immer einen Kamin. Die Wirkung ist ganz ähnlich der, welche eintritt, wenn der ausziehende Wetterstrom mit dem Maschinenschornstein in Verbindung gesetzt ist.

Der Effect dieser Wetteröfen ist nur ein geringer. Aus vier Versuchen, welche Ponson[166]) zusammengestellt, ergiebt sich bei einer mittleren Höhe des Wetterthurms von 37 Meter:

die in der Minute durchgezogene Wettermenge zu 99 Kubikmeter,
der Steinkohlenverbrauch in 24 Stunden zu 915 Kilogramm
oder in einer Minute zu 0,635 Kilogramm,
1 Kilogramm Kohle zieht also 1260 Kilogramme Luft in der Minute durch
und auf 1 Kilogramm in 24 Stunden verbrannter Kohle kommen 0,108 Kubikmeter Luft in der Minute.

Ausser dieser geringen Leistung macht die Nothwendigkeit eines Wetter-

Fig. 642.



thurms, welcher nach Ponson nicht unter 35 bis 50 Meter Höhe haben sollte, die Anlage kostspielig; liegt der Ofen 10 Meter unter Tage, so ver-

---

166) Ponson a. a. O. t. II. p. 87.

hält sich die Wettermenge bei dem Fehlen oder Vorhandensein eines Thurmes von 50 Meter Höhe, wie

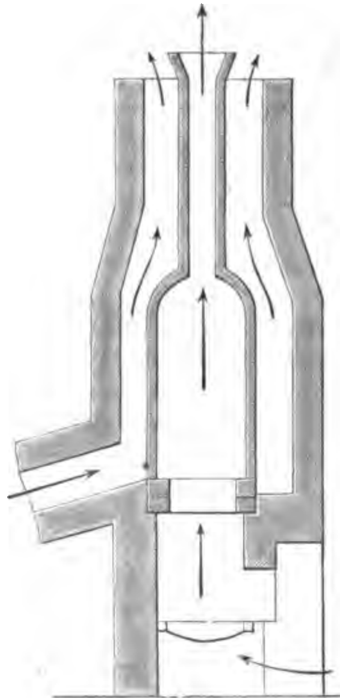
$$\sqrt{31,862} : \sqrt{191,172} = 5,64 : 13,82$$

so dass der Thurm die Geschwindigkeit $2^1/_2$ Mal grösser macht.

Diese Art von Wetteröfen sollte daher nur zeitweise da gebraucht werden, wo ein natürlicher Wetterzug bereits vorhanden ist und es sich nur darum handelt, denselben zeitweilig zu beleben oder in seiner Richtung zu erhalten, wo sie gute Dienste leisten, so dass sie für wenig tiefe Gruben nicht ohne Werth sind.

Auf Braunkohlengruben in Sachsen hat man die Oefen nach der in Fig. 642 dargestellten Form eingerichtet: a ist der Rost von 0,3 Quadratmeter Fläche, b der zugesetzte Aschenfall, c ein Schieber, welcher geschlossen und geöffnet werden kann, d der oben verbühnte Schacht, e der

Fig. 643.



1 Meter weite, 11,25 Meter hohe Schornstein. Der Ofen hat das Eigenthümliche, dass er nach Bedürfniss entweder durch die Grubenwetter gespeist werden kann, in welchem Falle der Schieber c geschlossen wird, oder dass dies mittelst frischer Luft geschieht, wenn die Wetter zu arm an Sauerstoff sind; dies mag auf Braunkohlengruben wegen der Schwaden ganz zweckmässig sein, vorzuziehen bleibt aber die Speisung durch den aus-

ziehenden Wetterstrom, weil im anderen Falle mehr Luft zu erwärmen ist, also der Effect noch sinkt.

Man hat beim Vorhandensein schlagender Wetter auf Steinkohlengruben die Oefen über Tage so eingerichtet, dass die Erhitzung nur durch Contact bewirkt wird.

Die Feuerung erfolgt dann z. B. auf den Gruben bei Seraing[167]) in einem Eisenblechcylinder, aus welchem die Verbrennungsprodukte unmittelbar ausziehen, während der aus dem Schachte ausziehende Wetterstrom den erhitzten Cylinder umspült und demnächst in den Wetterthurm zurücktritt. In den Wetteröfen der Steinkohlengruben Laura bei Minden[168]) circuliren entweder die Feuergase in horizontalen Röhren, welche gleichfalls von dem ausziehenden Wetterstrom umspült werden, oder die Feuergase steigen in einem verticalen innerhalb des Wetterthurmes befindlichen Rohre in die Höhe.

Oefen von letzterer Construction, Fig. 643, finden sich noch auf den Steinkohlengruben in Obernkirchen mit 16 Meter hohen Wetterthürmen, die aus Gusseisen bestehenden, durch Muffen verbundenen und auf Trägern ruhenden inneren Röhren reichen noch 1,25 Meter über den Thurm hinaus. Dennoch sind diese Oefen nicht ohne Gefahr, weil das Durchbrennen der Röhren möglich ist und dadurch Berührung der mit schlagenden Wettern gemengten Luft mit den heissen Feuergasen stattfinden kann. Ihr Effect muss aber noch geringer sein, als der der gewöhnlichen Oefen, wie man sie sonst über Tage findet.

Die Wirkung der verschiedenen Wetteröfen wird durch folgende Zusammenstellung erläutert:

		Durchgezogene Wettermenge in der Minute Kubikmeter	Kohlenverbrauch in 24 Stunden Pfund	1 Pfd. in 24 Std. verbr. Kohle zieht Luft durch Kubikmeter
Oefen unter Tage	im Mittel von 10 englischen Gruben	1580	5926	0,267
	im Mittel von 6 franz. u. belgisch. Gruben	288	1170,2	0,246
Oefen am Tage im Mittel von 4 belgischen Gruben		100	1829,2	0,055

Welchen Einfluss die Förderung bei dem Wetterzuge durch Erwärmung des ausziehenden Stromes ausübt, geht aus Versuchen auf der Grube Kirkless Hall hervor, wo in 2 Schächten von 8 Quadratmeter Fläche mit je einem Korbe und einer Geschwindigkeit von 274 Meter in der Minute, die etwas grösser als der Wetterzug, gefördert wird:

---

167) Ponson a. a. O. t. II. p. 84.

168) Huyssen, die Entzündung schlagender Wetter auf der Steinkohlengrube Laura bei Minden am 19. August 1853 in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 146.

beim Stillstande der Förderung gehen mittelst der Wetteröfen durch 1675 Kubikmeter

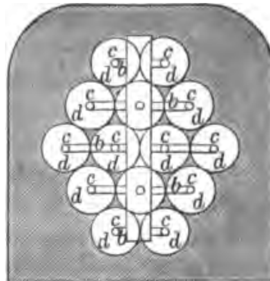
bei der Förderung im ausziehenden Schachte abwärts, im einfallenden aufwärts	1010 Kubikmeter	
bei der Förderung in umgekehrter Richtung	1820 „	
im Mittel		1415 „
also weniger bei umgehender Förderung		260 Kubikmeter

d. Anwendung von hochgespannten Wasserdämpfen.

Die Dämpfe wirken erwärmend und mechanisch zugleich. Sie werden entweder von Tage nieder durch Röhren eingeleitet oder von unterirdischen Dampfmaschinen, welche wohl immer Hochdrucker sind, ausgeblasen, so dass nur eine stossweise Benutzung eintritt, oder sie werden direct aus unterirdischen Kesseln entnommen, indem man dieselben stärker befeuert oder ihre Zahl grösser nimmt, als es die Maschine erfordert, oder indem man nur beim Stillstande der Maschine die Dämpfe benutzt. Das ganze Verfahren erscheint daher an die Dampfmaschine gebunden, überdies setzen der zweite und dritte Fall besondere Bauverhältnisse voraus.

Dass der Dampf eine fortreissende Einwirkung ausübt, ist von der Locomotive bekannt und ergiebt sich ausserdem aus directen Versuchen,

Fig. 644.

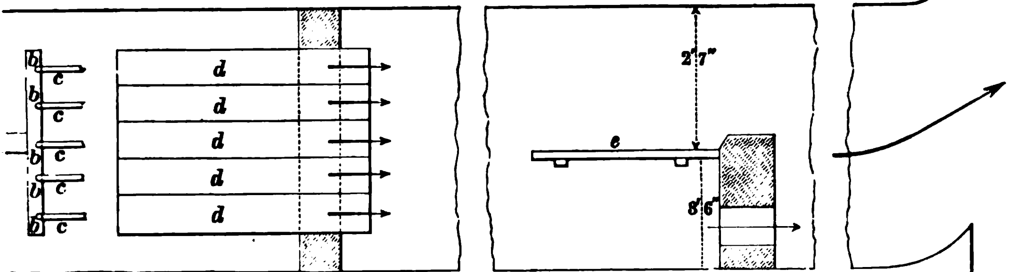


welche man auf englischen Gruben angestellt hat, ferner aus dem Verfahren von Gurney, Grubenbrände zu ersticken, welches auf Lever Colliery bei Bolton im Jahre 1851 angewendet wurde. Am grössten ist die Wirkung bei unter Tage bereitetem Dampf, ähnlich wie bei Wetteröfen, worüber in England Versuche im grossen Maassstabe angestellt sind, welche durch das Vorhandensein unterirdischer Kessel begünstigt wurden, wobei man den Dampf theils zur Unterstützung von Wetteröfen, theils allein benutzte. Mit welchem Erfolg auf der Rubengrube in Niederschlesien der Wasserdampf zur Reinigung der Grubenbaue von schlechten Wettern benutzt wurde, ist bereits oben S. 308 erwähnt.

Das Detail der Einrichtung ist immer dasselbe. Es findet das Ausblasen des Dampfes aus vielen kleinen 8 bis 10 Millimeter weiten, über den ganzen Querschnitt des ausziehenden Schachtes vertheilten Mundstücken weiterer Hauptrohre in der Richtung des Zuges statt; vor die Mundstücke setzt man Cylinder von Zinkblech, damit die Strahlen nicht interferiren, der Raum zwischen und neben den Cylindern wird dicht verschlossen. Hinsichtlich des Effects erscheinen die Versuche von Dickinson auf Ince Hall Colliery bei Wigan, auf den Pemberton Pits und Cannel Pits daselbst entscheidend.

Auf Pemberton Pits hat man 2 Schächte von 3 Meter Durchmesser, mit welchen zwei Flötze in 195 und 170 Meter Tiefe gewonnen werden, im

Fig. 645.



unteren Flötze hat man 2 Kesselfeuer, von denen 14 Dampfstrahlen abgeleitet werden, im oberen Flötze aber einen Wetterofen; die Kessel haben 6 Meter Länge, 1,5 Meter Durchmesser und 50 Pfund Spannung. Die Strahlen sollten nur gebraucht werden, wenn der Ofen nicht im Gange ist oder in Nächten, wenn die Maschine stille steht. Die ganze Einrichtung ist aus den Figuren 644 und 645 klar. Aus den 13 Centimeter weiten Zuführungsröhren a und den 7 Centimeter weiten Querröhren b b tritt der Dampf in die 10 Millimeter weiten Mundstücke c c c und bläst aus diesen in die 1,8 Meter langen und 30 Centimeter weiten Cylinder d d d, zwischen welchen und den Streckenbegränzungen der Raum dicht abgedämmt ist, von hier aus geht der Dampf über und unter den 1,8 Meter langen und 1,6 Meter breiten Rost e des Wetterofens, welcher 78 Centimeter unter dem Firstengewölbe und 1 Meter über der Sohle der Strecke liegt und von wo der Dampf in den Schacht tritt; von der Mündung der Cylinder bis zum Schacht beträgt die Entfernung 16 Meter. Die Wirkung des Dampfes geht aus folgender Uebersicht hervor:

	Temperatur im ausziehenden Schachte	Temperatur im einfallenden Schachte	Differenz	durchgezog. Luftquantum in d. Minute
	Grad Fahrenheit			Kubikmeter
I. Der Ofen ist allein im Betrieb mit niedrigem Feuer, die Kesselfeuerung ist ausgelöscht .	143	43	100	1200
II. 2 Kesselfeuer sind im Gange, niedrig gehalten, Dampf wird nicht ausgeblasen, der Ofen ausser Betrieb	122	50	72	950
III. Desgleichen mit lebhaftem Feuer, Dampf von 50 Pfund Spannung an den Ventilen abblasend	150	50	100	1200
IV. Desgleichen der Dampf bläst in 10 Strahlen aus	152	48	104	1325

Hieraus resultirt, dass 2 Kesselfeuer mit 10 Dampfstrahlen 1325 Kubikmeter in der Minute durchziehen, wobei 56 Centner Kohlen in 24 Stunden verbrannt werden, also 1 Pfund Kohle den Effect von 177 Kubikmeter Luft hat, während der Wetterofen 1200 Kubikmeter Luft in der Minute durchzieht, 50 Centner Kohlen in 24 Stunden verbrennt, also mit 1 Pfund Kohlen 310 Kubikmeter Luft Effect hat.

Auf Cannel Pits sind zwei einfallende, ein ausziehender Schacht vorhanden; im letzteren wirkt für gewöhnlich ein 1,8 Meter breiter Wetterrost. Ausserdem sind 2 Kessel vorhanden, jeder von 12 Meter Länge und 1,5 Meter Durchmesser für eine unterirdische Maschine, aus welcher der gebrauchte Dampf anfänglich durch 14, später durch 18 Strahlen unmittelbar in den ausziehenden Schacht tritt. Die Wirkung beträgt:

	durchgezogene Luft in der Minute	mit 1 Pfund Kohle wird Luft durchgezogen
	Kubikmeter	Kubikmeter
durch den Ofen allein	1460	156
durch 2 Kesselfeuer, Dampf von 60 Pfund abblasend	1440	128
durch den Ofen, die Kesselfeuer und 18 Strahlen	1750	85

Hiernach ist der Dampf ökonomisch nicht besonders vortheilhaft, wozu noch kommt, dass er leicht condensirt, was bei gusseiserner Cuvelage, durch vorhandene Pumpen und die umgehende Förderung erheblich sein kann; dennoch ist die Anwendung des Dampfes als Hilfsmittel und bei ungewöhnlichen Fällen nicht zu verwerfen, namentlich kann der von unterirdischen Maschinen ausblasende Dampf, welcher ohnehin abgeführt werden muss, nebenbei nutzbar gemacht werden, zu welchem Zweck man in Eng-

land unter der Sohle des Wetterofens einen gemauerten Kanal zur Durchführung des Dampfes anlegt, wie auf Ryhope Colliery[169]).

Auch auf anderen englischen Gruben ist diese Ventilationsmethode eingeführt, wie z. B. auf der Lover Moor Steinkohlengrube bei Oldham[170]).

Auf der Grube cons. Friedenshoffnung bei Waldenburg benutzte man die Dämpfe aus den Kesseln der Dampfmaschine zur Wettererfrischung beim Schachtabteufen, indem man in Wetterlutten von 209 Millimeter Weite, welche von der Schachtsohle bis über das Dach des Maschinengebäudes reichten, Dampf eintreten liess. Der Schacht wurde auf diese Weise bis zu 167 Meter Tiefe mit guten Wettern versehen, ebenso die in oberen Sohlen angesetzten Vorrichtungsstrecken[171]). In ähnlicher Weise benutzte man den Dampf auf der Lythandragrube in Oberschlesien, um einen sehr nassen Förderschacht zum Ausziehen zu bringen, indem man den Dampf durch eine Wetterlutte zur Schachtsohle leitete und hier frei ausströmen liess[172]).

Den Dampf benutzt Koerting in seinem Dampfstrahlventilator[173]) zur Ventilation von Grubenräumen in einfachster Weise. Wie aus Fig. 646 hervorgeht, wird der Dampfstrahl durch das Rohr a in den Apparat geführt und tritt durch die enge Düse b in eine weitere c ein, woselbst er eine Luftverdünnung bewirkt und ein Quantum Luft ansaugt, welches mitgerissen wird und mit dem Dampfe in die folgende wiederum weitere Düse d tritt, wo sich dasselbe wiederholt und so fort in den weiteren Düsen, bis das ganze Luftquantum in das aufgesetzte konische, divergirende Rohr e tritt, wo es so viel Druck besitzt, um den Gegendruck der Atmosphäre zu überwinden und auszuströmen. Der Apparat wird auf eine Gussplatte f, welche den Luftschacht, beziehungsweise eine Aufsattelung desselben luftdicht abdeckt, aufgeschraubt und soll in solcher Weise die verbrauchten Wetter aus der Grube ansaugen; durch Oeffnung des Dampfventils kann er jeden Augenblick in Thätigkeit gesetzt werden. Man hat sie bis zu einer Leistung von 63 Kubikmeter Luft in der Minute hergestellt und in der Gegend von Zwickau, in Oesterreich, in Belgien angewendet. Mit Vorliebe und mit sehr gutem Erfolge werden sie aber zur Ventilirung kleinerer Grubenabtheilungen auf den Saarbrücker Gruben und in Belgien benutzt; auch in Zaukeroda sind sie zur Separatventilation ein-

---

169) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 44.

170) The Mining Journal. London 1872. p. 41. 80.

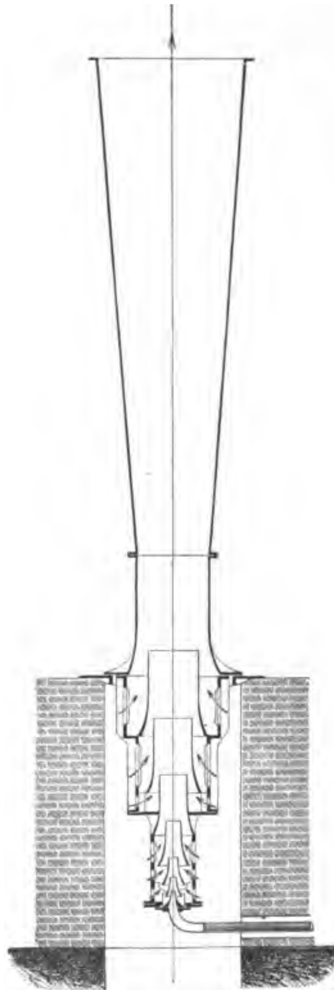
171) Hauchecorne a. a. O. S. 87.

172) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 114.

173) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 19. S. 662. — Dingler polyt. Journal. Bd. 218. S. 287. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 387. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. St-Etienne. 2 série, tome 8. p. 871.

geführt[174]). In Saarbrücken[174a]) wurde mit einer Dampfdüse von 5 Millimeter Durchmesser und bei Anwendung von Dampf von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck ein Luftquantum von 30 bis 38 Kubikmeter angesaugt, mit einer Düse von 3 Millimeter Durchmesser bei 3,8 Atmosphären Dampf-

Fig. 646.



spannung 2 Kubikmeter Luft in der Minute. In solchen Fällen können sie auch statt mit Dampf mit comprimirter Luft betrieben werden, was im

[174]) Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen. Freiberg 1882. I. S. 6.
[174a]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 114.

Saarbrücker, so wie im Aachener Bezirk mit vielem Erfolge geschehen ist[175]). Auch in Amerika hat der Apparat bereits Eingang gefunden[176]).

Auf der Steinkohlengrube Maria bei Höngen hat Honigmann[177]) den Dampf zum Ansaugen der Wetter als Reserve für einen Fabry'schen Ventilator nutzbar gemacht. Ein aus Zinkblech bestehendes, 523 Millimeter weites, horizontal liegendes Rohr c, Fig. 647, 648, steht durch das hintere

Fig. 647.

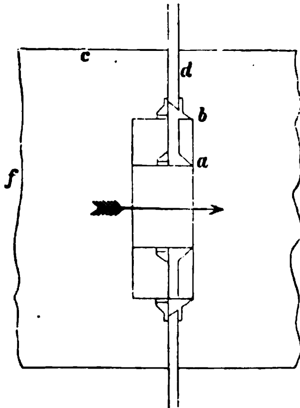
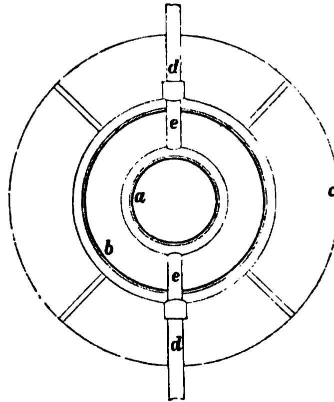


Fig. 648.



Ende f mit dem Wetterschachte in Verbindung. Von dem Verbindungspunkte in einer Entfernung von 1,88 Meter ist der eigentliche Dampfapparat angebracht, welcher in den beiden concentrischen hohlen Ringen a und b besteht, welche durch das Stück e verbunden sind und durch das Rohr d den Dampf zugeführt erhalten; die Oeffnungen in den Ringen, aus welchen der Dampf austritt, sind nur $^1/_2$ Millimeter weit. Der eigentliche Apparat besteht aus Messing. Seine Wirkung soll eine sehr gute sein.

II. Erkalten der einfallenden Wetter.

Das Erkalten der einfallenden Wetter kommt systematisch angewendet nicht vor, findet sich aber, mit mechanischer Wirkung vereinigt, bei dem Wassertrommelgebläse, welches in der gewöhnlichsten Anwendung das Umgekehrte ist von der Anwendung hochgespannter Dämpfe, jenes wirkt für gewöhnlich blasend — obwohl ihm auch saugende Wirkung gegeben werden könnte —, die Dampfstrahlen haben saugende Wirkung.

---

[175]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 240; Bd. 26 B. S. 385; Bd. 31 B. S. 209. — Glückauf. Essen 1878. No. 40.

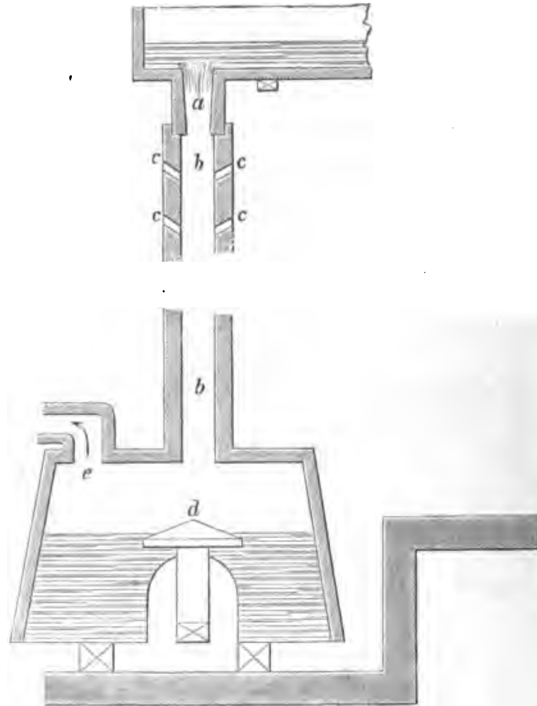
[176]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 499.

[177]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 384.

Das Wassertrommelgebläse benutzt vorhandene Wasser und disponirt die Einfallröhre so, dass noch Luft mit fortgerissen wird, es setzt die Möglichkeit eines natürlichen Abflusses der einfallenden Wasser voraus, da deren Hebung sich nicht lohnen würde und ist wegen der geringen, ihm zu gebenden Dimensionen kaum anders als zur Ventilation einer einzigen Strecke, nicht ganzer Grubengebäude, bisher verwendet worden[178]).

Der Apparat ist in Fig. 649 dargestellt. Die aus der Zuführungskandel abgehende Fallröhre a ist nach unten konisch verengt und giebt

Fig. 649.



dadurch Veranlassung, dass oben neben dem Wasser Luft eintritt, ausserdem finden sich in der erweiterten Fortsetzung des Fallrohrs b nach Oben gekehrte, schräge Saugöffnungen c c, durch welche gleichfalls Luft eintritt, so dass dieselbe mit dem Wasser fortgerissen wird, die Oeffnungen dürfen aber nicht zu weit in dem unteren Theil des Rohrs angebracht sein, weil sonst der Effect geringer wird. Unten stösst das fallende Wasser auf eine Pritsche d, wodurch die in den Wassertheilchen enthaltene Luft wieder

[178]) Combes a. a. O. t. II. p. 504. — Dr. Karsten, Archiv f. B.- u. H.-Wesen. 1829. Bd. 19. S. 518. — Rittinger: Erfahrungen im berg- und hüttenm. Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen. Jahrg. 1854. S. 21.

frei wird und bei e in die Strecke oder in der Regel in die angebrachte Wetterlutte austreten kann, während die Wasser in das Reservoir übergehen und von dort aus abfliessen. Zur guten Wirkung ist eine Fallhöhe des Wassers von mindestens 3 bis 4 Meter erforderlich, eine grössere, als 40 Meter, soll nicht angemessen sein. Am besten ist ferner eine Anfangsgeschwindigkeit des Fallens von 3 bis 4 Meter, was nach Combes eine Druckhöhe von 0,45 bis 0,80 Meter voraussetzt; die Pritsche soll 0,50 Meter unter der Ausmündung der Fallröhre stehen und einen Durchmesser haben, der sich zu dem der verengten Fallröhre wie 8 : 5 verhält. Der Wassereintritt wird durch Schützen, Schwimmer mit konischen Zapfen u. dgl. m. regulirt.

Die mit diesem Apparat erreichte Compression der Luft ist zwar mitunter gross, was aber nicht dem Zwecke entspricht, da man zur Grubenventilation ein grosses Luftquantum mit geringer Pressung bedarf. Der erreichte Effect ist nach d'Aubuisson nur 15 Procent der aufgewendeten Arbeit, nach Rittinger 8 bis 17, im Mittel $12^1/_2$ Procent; man wird daher vortheilhafter für die vorhandene Wasserkraft einen hydraulischen Motor anlegen und durch diesen einen guten Ventilator treiben lassen.

Der durch das Wassertrommelgebläse erzielten Wirkung ähnlich ist die, welche bei dem in England gebräuchlichen Verfahren, nach Explosionen Wasser in den einziehenden Schacht fallen zu lassen, bezweckt wird. Uebrigens beruht auf demselben Umstand, wie die Wirkung des Wassertrommelgebläses, die Thatsache, dass nasse Schächte während des Abteufens die Wetter länger in gutem Zustande erhalten, als trockne, indem das Einfallen frischer Wetter an den nassen und kalten Stössen begünstigt wird; auch ergiebt sich, dass man nasse Schächte nicht zum Ausziehen der Wetter gebrauchen sollte, wenn man auf die Dichtigkeitsunterschiede durch Temperaturdifferenz angewiesen ist.

Eine dem Wassertrommelgebläse ähnliche Anwendung ist auf dem Bismarckschachte I der Königsgrube in Oberschlesien gemacht, wo die Grubenwasser aus der 63 Meter tiefen in die 110 Meter tiefe Sohle dem aus 166 Meter Tiefe hebenden Drucksatz in einer 0,26 Meter im Lichten weiten Röhre zugeführt werden; die Röhre reicht unter das Niveau des Sumpfes, so dass die mit dem Wasser fortgerissene Luft sich über dem Wasserniveau ansammelt und durch den Druck des nachstürzenden Wassers mittelst einer engen Rohrleitung vor die Oerter der betriebenen Strecken geführt werden kann; es ist gelungen bis auf 360 Meter Entfernung die Betriebsörter mit frischen Wettern zu versehen.

Die Luft durch kaltes Wasser abkühlend wirkt ein Apparat von Elliot[179]). In einem Reservoir c, Fig. 650, befindet sich ein System gewundener Röhren ff, in welche durch k vermittelst einer Pumpe oder eines aufsteigenden Stromes kaltes Wasser eingeführt wird; dasselbe steigt

---

[179]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 93. p. 315.

durch die Röhren in die Höhe und tritt bei m aus. Die Luft tritt in das Gefäss bei g ein und wird durch ein Drahtnetz h so vertheilt, dass sie die Röhren umspült und bei i endlich austritt, indem sie durch einen kleinen Flügelventilator angesaugt wird. Statt der gewundenen Röhren wendet

Fig. 650.



Elliot auch plattenförmige Kästen an, welche die Luft zickzackförmig von Oben nach Unten umstreichen muss, indem die Platten, welche horizontal in dem Reservoir liegen, abwechselnd an der einen und anderen Seite für die Luft einen Durchgang offen lassen, während das Wasser in entgegengesetzter Richtung das Reservoir von Unten nach Oben durchströmt, Fig. 651.

III. Wettermaschinen.[180])

Wettermaschinen sind bisher nur auf Steinkohlengruben angewendet worden; neuerdings wird auf dem Stein- und Kalisalzbergwerk bei Aschers-

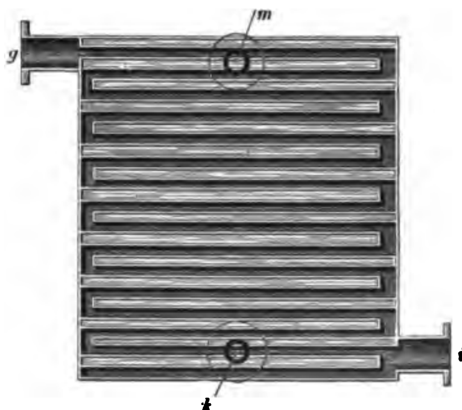
---

[180]) Bluhme: Bericht über neuere Wettermaschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 13B. S. 181. — Ritter von Hauer: Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1870. — Werner: Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 13. S. 363. — Fink: über die Construction der Centrifugalpumpen, Ventilatoren und Exhaustoren, ebenda Bd. 14. S. 161. — Moll: über Centrifugalpumpen, Ventilatoren und Turbinen, ebenda. Bd. 15. S. 227. — Murgue in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 445; tome IV. p. 747; tome IX. p. 5. — Gendebien: les Ventilateurs des mines. Bruxelles 1882; Supplément 1883. — Derselbe in Revue universelle. 2 série, tome 13. p. 77, sowie in berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 476. — Pelzer in Glückauf. Essen 1882. No. 49.

leben von Kley ein Ventilator aufgestellt. Die Maschinen, welche zur Bewegung von Luft bestimmt sind, wirken entweder luftverdünnend (saugend) oder luftverdichtend (blasend) und können daher auch zur Erzeugung von Wetterzug benutzt werden, indem die Veränderung in dem Dichtigkeitszustande der Luftschichten in unmittelbarer Nähe der Maschine eine Gleichgewichtsstörung zur Folge hat, also das Nachfolgen neuer Lufttheile bedingt, wodurch eben der Wetterzug bewirkt wird.

Theoretisch erscheint es für die Wirkung gleichgiltig, ob saugende oder blasende Maschinen angewendet werden; es ergiebt sich zwar zu Gunsten

Fig. 651.



der blasenden Maschinen eine kleine Ersparniss an bewegender Kraft, in der Praxis findet man aber, dass, wenn man Verluste an Arbeit möglichst vermeiden will, gute blasende Maschinen Schwierigkeiten darbieten, welche bei den saugenden nicht in demselben Maasse vorkommen. Hierzu kommt aber ferner bei der Ventilation ganzer Grubengebäude, dass die Maschine, sowohl die blasende, wie saugende, den Schacht für andere Zwecke unbrauchbar macht; aber die blasende Maschine macht den einfallenden Schacht, welcher mit guter Luft angefüllt ist, unbrauchbar, während die saugende Maschine den ausziehenden Schacht mit verdorbener Luft erfüllt, also einen anderen für den Eintritt guter Luft frei lässt. Das Blasen würde allerdings, weil es die Pressung vermehrt, einigermassen der Entwicklung schlagender Wetter vorbeugen, erheblich aber ist dies nicht, da die grössten in der Praxis erreichten manometrischen Differenzen noch unter 100 Millimeter Wasser bleiben und kaum 80 Millimeter erreichen, also etwa nur 6 Millimeter Quecksilber. Daher findet man auch bei der Ventilation ganzer Gruben nur Wettersauger, während man den Wetterbläsern bei den kleineren Apparaten zur Belebung des Wetterzuges in einzelnen Grubenbauen begegnet. Ein Ort, vor welchem geschossen worden ist, wird durch einen blasenden Wetterstrom schneller ventilirt und gereinigt, als durch einen

saugenden, so dass die Arbeiter früher wieder zur Arbeit zurückkehren können. Menzel hat aber auch gefunden, dass steigend aufgefahrene Oerter, vor welchen sich schlagende Wetter entwickeln, durch saugend wirkende Apparate weniger schnell und vollständig von Grubengas gereinigt werden, als durch blasende, indem der blasende Strom eine stärkere Bewegung vor Ort hervorruft und die an der Firste vorzugsweise angesammelten Massen von Grubengas vollständiger erreicht, was durch Versuche definitiv festgestellt ist[181]). Auch die Versuche einer Commission französischer Bergingenieure haben im Wesentlichen dieselben Resultate ergeben[182]).

Es ist übrigens klar, dass durch Aenderungen in der Anordnung sich jede Wettermaschine leicht aus einer saugenden in eine blasende umwandeln lässt.

Mit Gebläsen verglichen ergeben Wettermaschinen folgende Unterschiede: die letzteren sollen bedeutende Luftmengen mit verhältnissmässig geringen Geschwindigkeiten bewegen und nur geringe manometrische Differenzen erzeugen, die Gebläsemaschinen dagegen müssen in den meisten Fällen kleinere Mengen Luft mit bedeutenden Geschwindigkeiten, daher starken manometrischen Differenzen liefern, da letzteres Moment erzeugend für die Geschwindigkeit wirkt. Daher haben sich auch die den besten Gebläsemaschinen nachgebildeten Wettermaschinen weniger bewährt, als solche, welche den Gebläsevorrichtungen zur Erzeugung schwacher Pressungen nachgebildet sind; es finden sich aber ausser diesen Nachahmungen auch für die Grubenventilation besonders construirte Vorrichtungen.

Alle Wettermaschinen lassen sich, wie folgt, eintheilen:

a. solche mit hin- und hergehender Bewegung, also intermittirender Wirkung, und zwar:
   1. Kolbenmaschinen,
   2. Glockenmaschinen (Harzer Wettersatz, machine à cloches, Struvé's Wetterpumpe);

soll hierbei der Nachtheil des Intermittirens aufgehoben werden, so muss man, da hier Regulatoren wie bei Gebläsen desselben Princips nicht wohl möglich sind, mindestens zwei derartige Apparate combiniren.

b. Maschinen mit rotirender Bewegung, die eigentlichen Ventilatoren, und zwar
   1. Centrifugalventilatoren (gewöhnliche Wettertrommel, Ventilator von Combes, Letoret, Guibal, Rittinger), welche die Luft tangential fortbewegen.
   2. Ventilatoren mit schiefen Flächen oder Schraubenflächen, welche die Luft durchschneiden und in der Richtung der Achse her-

---

[181]) Der Civilingenieur. Leipzig. Bd. 24. S. 71.

[182]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. 4. p. 5.

ausdrängen (Ventilator von Lesoinne, pneumatische Schraube von La Motte, Schneckenventilator von Pasquet),

c. Wetterräder, den Rotationspumpen entsprechend (Ventilator von Fabry, Lemielle).

Für alle diese Wettermaschinen, die, wie bereits angegeben, saugend wirken, also die Luft mit schlagenden Wettern gemengt zu Tage bringen, ist noch zu erwähnen, dass sie seitwärts vom ausziehenden Schacht, welcher leicht verbühnt ist, stehen, um bei etwaigen Explosionen die Maschine nicht zu gefährden. Die Bewegung der Ventilatoren erfolgt in den meisten Fällen durch Dampfmaschinen, zumal man es hier ausschliesslich mit Steinkohlengruben zu thun hat, wo die Kosten des Brennmaterials weniger ins Gewicht fallen. In Blanzy hat man einen Ventilator von 2,63 Meter Durchmesser durch Electricität mittelst einer Grammb'schen Maschine betrieben[183]. — Auf der Grube zu Zaukeroda im Königreich Sachsen hat man, wie Foerster berichtet[183a], Behufs Separat-Ventilation einen Ventilator Schiele durch electrische Transmission in Bewegung gesetzt. Ueber Tage wird eine dynamoelectrische Rotationsmaschine von Siemens durch eine kleine Dampfmaschine betrieben. Der erzeugte electrische Strom gelangt durch einen Kupferdraht in die Grube, derselbe führt über Tage 112 Meter, dann 261 Meter in den Schacht und endlich 407 Meter bis zur electrodynamischen Maschine in der Grube und setzt diese so in Bewegung. Die Rückleitung des Stromes erfolgt durch ein abgelegtes Förderseil aus Stahldraht von 377 Meter Länge, während auf die übrige Länge von 403 Meter ebenfalls ein Kupferdraht zur Stromrückleitung benutzt wird. Beide Kupferdrähte sind 7,25 Millimeter stark und werden durch Porzellanglocken isolirt. Von der electrodynamischen Maschine wird die Bewegung durch Riemen auf die Ventilatorwelle übertragen. Die Anlage ist seit dem October 1882 im Betriebe und hat sich bisher vollständig bewährt.

a. Kolbenmaschinen.

Die Kolbenmaschinen sind den einfach wirkenden Kasten- oder Cylindergebläsen nachgebildet, sie sind stets zu zwei combinirt; die ersten Maschinen dieser Art sind in den Jahren 1828 und 1830 in Belgien, wo man sie wohl überhaupt nur findet, angewendet und zwar mit stehenden quadratischen Kasten, später mit cylinderischen, in neuerer Zeit mit liegenden und rechteckigen Kasten.

Die Kasten oder Cylinder sind aus Bohlen, beziehungsweise Dauben zusammengefügt und mit eisernen Ringen gebunden, die eine Seite ist offen, die andere ganz mit Lederklappen belegt; ebenso sind die eisernen, mit

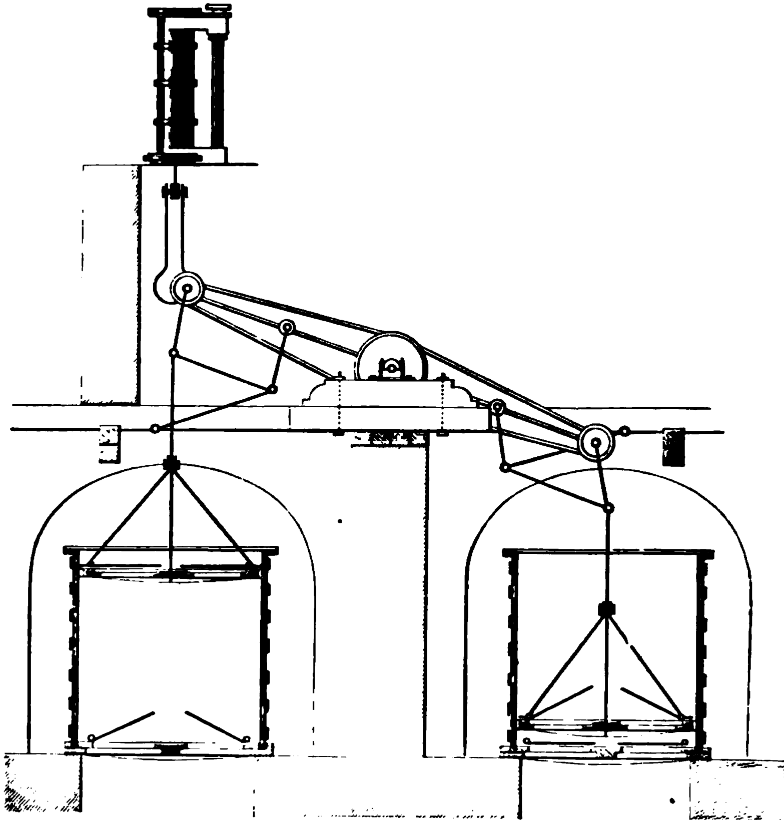
---

[183] The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 32. p. 139.

[183a] Foerster in Jahrbuch f. d. B.- u. H.-Wesen. Freiberg 1883. I. S. 30. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 36. p. 14.

einem durch Leder gehaltenen Haarwulst geliderten Kolben oben mit Lederklappen belegt, welche beim Kolben sich nach Oben, auf dem Boden des Kastens nach Unten öffnen, sie sind, um ihnen Steifigkeit zu geben, auf der oberen und unteren Seite mit Eisenblech beschlagen. Die Kolbenstangen zweier zusammengehörigen Kasten oder Cylinder sind durch einen Balancier verbunden, welcher durch eine darüber stehende Dampfmaschine in Be-

Fig. 652.



wegung gesetzt wird, oder die Dampfmaschine liegt zwischen den beiden Kasten, deren Kolben mittelst über Rollen geführte Ketten mit der Maschine in Verbindung stehen.

Beim Gange des Apparats findet ein Schwanken des Wassermanometers an den Cylindern statt und zwar Depression beim Aufgange der Kolben, Compression beim Niedergange, die Summe beider Manometerstände kann als Maass der geleisteten Arbeit dienen, wenn man sie mit einem direct an der Schachtmündung angebrachten Manometer vergleicht und zunächst von Reibungswiderständen und anderen Hindernissen absieht.

Effecte. Die Maschine auf der Grube Bonne Espérance bei Seraing[184]), von welcher Fig. 652 nach v. Hauer ein Bild giebt, hat zwei stehende Cylinder von 3,54 Meter Weite mit einem Kolbenhub von 1,6 bis 1,9 Meter, jeder Kolben hat 20 nicht contrebalancirte Klappen von Trapezform und zwar 10 grosse und 10 kleine und macht in der Minute 9,4 bis 14,5 Kolbenspiele, so dass in der Sekunde im Durchschnitt etwa 8 Kubikmeter Luft angesaugt werden. Hierbei ergeben die Beobachtungen am Wassermanometer:

	Kolbenspiel in der Minute	Depression im Schachte nach d. Wassermanometer	Manometer der Cylinder Depression	Compression	zusammen
1.	14,50	74 Millimeter	140 Millimeter	62 Millimeter	202 Millimeter
2.	13,40	46 „	106 „	45 „	152 „
3.	9,40	10 „	77 „	42 „	119 „

hieraus erhellt, dass, von allen Widerständen abgesehen, von der im Cylinder geleisteten Arbeit nur effectuirt ward:

$$\text{ad 1.} = \frac{74}{202} = 0{,}366$$

$$\text{ad 2.} = \frac{46}{152} = 0{,}303$$

$$\text{ad 3.} = \frac{10}{119} = 0{,}084$$

Die Verluste an Luft berechnen sich, da bei einem Kolbenwege von 1,9 Meter in der Sekunde 8,725 Kubikmeter geleistet werden müssten, auf 8,0 Procent.

Indem man ferner bei geöffnetem Schachte, also bei ungehindertem Ansaugen der Luft über Tage, die verschiedenen Widerstände in Angaben des Wassermanometers ermittelte, stellt sich schliesslich Folgendes heraus:

nützliche Depression	45 Millimeter		
nützlicher Effect = 45 . 0,92 =	42 „	oder	4,858 Pferdekräfte
Verlust an Luft = 45 . 0,08 =	4 „	„	0,422 „
Widerstand der Klappen	106 „	„	12,370 „
Reibung der Kolben	30 „	„	2,527 „
		zusammen	21,177 Pferdekräfte,

die wirkliche nützliche Leistung beträgt also nur

$$\frac{4{,}858}{21{,}177} \cdot 100 = 23 \text{ Procent.}$$

Die Pferdekräfte sind aus der Formel

$$S \,.\, H \,.\, v \,.\, \frac{1000}{75}$$

berechnet, worin S die Kohlenfläche = 9,84 Quadratmeter, H die Manometersäule, v die Geschwindigkeit in der Sekunde, 1000 das Gewicht eines Kubikmeter Wasser bezeichnet.

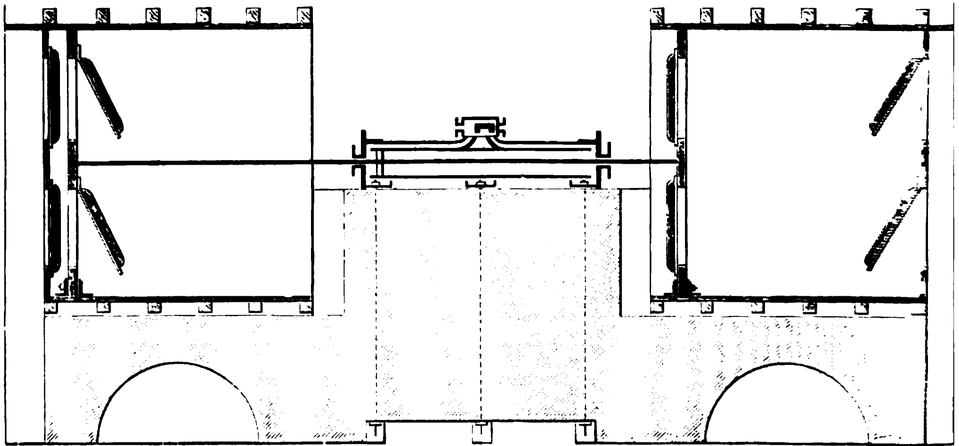
---

[184]) Ponson a. a. O. t. II. p. 123.

Aus dem geringen Effect geht hervor, wie nachtheilig die Einwirkung ist, wenn die Klappen nicht contrebalancirt werden. Günstiger ist der Effect bei der Maschine, welche auf Grande Veine du Bois de St. Ghislain mit balancirten Klappen aufgestellt ist[185]). Nach Glépin berechnet sich hier, wo die Arbeit des Motors direct mit dem Prony'schen Zaun zu 25 Pferdekräften gemessen worden ist, die nützliche Leistung bei Bewegung der Luft zu 40,4 Procent, überhaupt die höchste in Belgien beobachtete Leistung bei stehenden Kolbenmaschinen.

Bei so geringem Effect, ihrem grossen Volumen und den ansehnlichen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind diese Maschinen eine Zeit

Fig. 653.



lang ganz durch andere verdrängt worden, doch sind neuerdings derartige liegende Maschinen mit grossem Erfolge in Belgien von Mahaux ausgeführt, Fig. 653, nach v. Hauer, bei denen der Widerstand der Klappen sehr gering ist[186]). Es beträgt:

die Breite der Kasten	4,5 Meter
die Höhe „ „	3,75 „
die Tiefe „ „	3,00 „
die Kolbenfläche	16,5 Quadratmeter
der Inhalt des Kastens	50 Kubikmeter,

jeder Kolben hat 4 Klappen, macht 17 Hübe in der Minute und saugt in der Sekunde 12,75 Kubikmeter Luft an. Die Depression beträgt 75 Millimeter und kann gesteigert werden bis 100 Millimeter. Der nützliche Effect soll 65 Procent ausmachen, was höher, als bei allen anderen Wetter-

---

185) Combes t. II. p. 451.

186) Annales des travaux publics de Belgique. t. XV. p. 40.

maschinen, wäre. In England hat man eine solche Maschine mit zwei Kasten von kolossalen Dimensionen aufgestellt[187]).

Eine ähnliche Maschine ist in Belgien von Goffinet construirt[187a]).

b. Doppeltwirkende Kolbenwetterpumpen.

Doppeltwirkende Kolbenwetterpumpen hat man mit blasender Wirkung hin und wieder zur Ventilation einzelner Baue gebraucht[188]). Auf den Steinkohlengruben zu Saarbrücken hat man dazu Zinkcylinder von 60 Centimeter Weite, 81 Centimeter Länge angewendet, deren Kolben durch 2 Arbeiter in Bewegung gesetzt wurden; auf der Steinkohlengrube Gewalt bei Steele hat man gusseiserne Cylinder von 16 Centimeter Durchmesser und 1 Meter Länge benutzt, deren Kolben durch ein kleines Wasserrad bewegt wurden, wozu man die Wasser, 0,6 Kubikmeter in der Minute, aus einer höheren Sohle entnahm.

c. Harzer Wettersatz.

Der Harzer Wettersatz entspricht unter den Gebläsen dem Baader'schen Glockengebläse. Derselbe wird recht häufig mit Nutzen angewendet, um ein Schachtabteufen oder die ersten davon abgehenden Baue zu ventiliren, wobei er sowohl saugend, wie blasend wirken kann, doch ist das Erstere das Häufigere; auch wird er bald einfach-, bald doppeltwirkend construirt.

Der einfach wirkende, saugende Apparat, Fig. 654, hat einen prismatischen oder cylinderischen Kasten, dessen Boden mit angebrachten Ventilen nach Oben gekehrt ist; dieser Kasten taucht mit seiner offenen Seite in einen anderen, oben offenen und mit Wasser gefüllten Kasten, durch dessen Boden eine mit Ventil versehene Lutte hervorragt. Gewöhnlich wird der innere Kasten mittelst eines kleinen Krummses an das Pumpengestänge gehängt. Beim Aufgange des innern Kastens wird die Luft aus dem Grubengebäude durch die Lutte angesaugt und beim Niedergange aus dem innern Kasten herausgedrückt. Man kann auch zwei solcher Sätze mittelst eines Balanciers über ein und demselben Luttenstrang combiniren. Der Stand des Absperrungswassers giebt die manometrische Pressung direct an. Die Verminderung des schädlichen Raumes, welcher durch Compression der in dem Kasten befindlichen Luft gebildet wird, kann durch eine entsprechende Gestalt des oberen Bodens bewirkt werden.

Den saugenden Apparat kann man durch einfache Umkehrung des Ventilspiels in der Lutte und dem Boden in einen blasenden verwandeln, während das Ventil in der Lutte beim Saugen nach Oben aufzuklappen

---

[187]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 39.
[187a]) Glückauf. Essen 1882. No. 79.
[188]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 196.

hat, muss es beim Blasen sich nach Unten öffnen, und umgekehrt das Ventil im Kastenboden.

Man kann auch unter Weglassung des Ventils im Boden den Apparat so einrichten, dass er von einem entfernten Punkte ansaugt und an einem

Fig. 654.

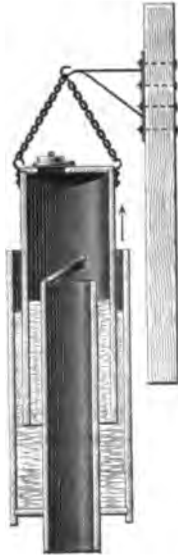
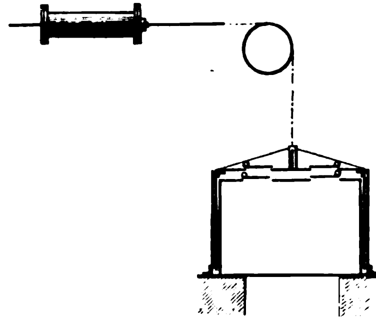


Fig. 655.



andern Orte ausbläst, indem man ausser der Zuführungslutte unter dem beweglichen Kasten eine zweite Lutte zum Abführen der angesaugten Luft anbringt[189]).

d. Glockenmaschine zu Marihaye.

Die Glockenmaschine (machine pneumatique à cloches plongeantes[190]) besteht, Fig. 655, aus einer Glocke oder einem Hut aus Eisenblech von 3,66 Meter lichtem Durchmesser, 2,6 Meter Höhe, welcher sich in einem ringförmigen Raum zweier feststehenden Eisenblechcylinder von 3,51 Meter und 3,81 Meter Durchmesser bewegt; der ringförmige Raum, welcher $\frac{3,81 - 3,51}{2} = 0,15$ Meter Breite hat, ist mit Wasser gefüllt. Der innere feststehende Cylinder hat oben einen Boden oder Deckel mit 8 grossen und 8 kleinen Lederklappen, wie auch der Deckel des Hutes mit einer gleichen Zahl Lederklappen versehen ist. Die Klappen werden durch Hebel

---

[189]) Dr. Jul. Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Bd. 3. S. 997. 1005. — Combes a. a. O. t. II. p. 509.

[190]) Ponson a. a. O. t. II. p. 133.

und Gewichte contrebalancirt, was indess nicht vollständig geschehen kann, weil die Hebel verschiedene Neigung je nach dem Oeffnen der .Klappen annehmen. Zwischen den beiden Glockenapparaten befindet sich eine liegende Dampfmaschine, deren Cylinderkolbenstange an beiden Deckeln durch Stopfbüchsen geht und mittelst Gliederketten, welche über Rollen geführt sind, die Glocken angreift, welche ihrerseits in Führungsstangen sich auf- und abbewegen. An den Hüten finden sich Manometer, welche ähnlich wie bei den Kolbenmaschinen schwanken. Der ganze Apparat ist ein vervollkommter Harzer Wettersatz, in welchem die aus dem Schachte kommende Lutte zu dem inneren feststehenden Cylinder umgebildet ist. Experimente von Glépin haben folgende Resultate mit diesem Apparat ergeben:

angesaugte Luftmenge in einer Sekunde	5,428 Kubikmeter
am Wassermanometer Summe der Depression und Compression	34 Millimeter
Gewicht von 1 Kubikmeter Luft, mit Wasserdampf gesättigt, bei der Temperatur der äussern Luft von 5,5 Grad und einem Barometerstande von 765 Millimeter	1,277 Kilogramm
Druckhöhe in Luft umgesetzt	26,72 Meter.

Hiernach beträgt die Nutzleistung

$$\frac{5{,}428 \,.\, 26{,}72 \,.\, 1{,}277}{75} = 2{,}47 \text{ Pferdekräfte.}$$

Die theoretische Kraft der Dampfmaschine beträgt 9,3 Pferdekräfte, wovon zwei Drittel oder 6,2 Pferdekräfte übertragen werden, so dass der nützliche Effect 39½ Procent beträgt.

Durch die Experimente von Trasenster ist festgestellt, dass, ähnlich wie bei Kolbenmaschinen, bei langsamem Gange der Effect sinkt, der grösste Effect wird erzielt bei 10 Doppelspielen in der Minute; seine manometrischen Beobachtungen und die Berechnungen der Reibungswiderstände ergeben:

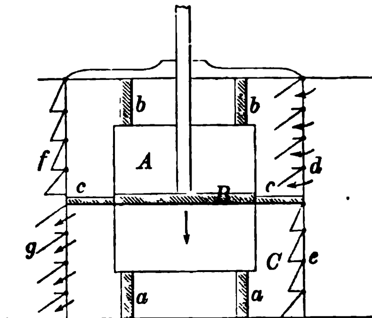
den nützlichen Effect zu . . .	3,711	Pferdekräfte
den Verlust an Luft	0,323	„
den Widerstand der Klappen	3,037	„
den Widerstand des Wassers	0,083	„
die Reibung der Rollenzapfen	0,570	„
zusammen	7,724	Pferdekräfte.

Die Arbeit im Dampfcylinder ist theoretisch ermittelt zu 11,3 Pferdekräften, wovon also 68 Procent auf die Hüte wirklich übertragen und 33 Procent nutzbar gemacht werden.

e. Wettermaschine von Struvé.[191])

Die Wettermaschine von Struvé ist in England, besonders auf Steinkohlengruben in Wales zur Anwendung gelangt. Sie ist gewöhnlich gleichfalls mit zwei Hüten, selten mit einem versehen; jede Glocke ist gewissermassen doppeltwirkend, indem sie beim Auf- und Niedergange saugt und bläst, wodurch eine andere Anordnung der Klappen bedingt wird, welche ganz seitwärts und auf fast vertical stehenden Rahmen wirken, so dass das Ganze Aehnlichkeit mit den in Holland bei Entwässerungen gebräuchlichen Kastenpumpen erhält. Die Kastenpumpen haben folgende Construction: Ein äusserer Cylinder C in Fig. 656, welcher an der einen Seite

Fig. 656.



mit dem Schachte, an der anderen mit der Tagesluft in Verbindung steht, ist an diesen beiden Seiten mit den Klappenrahmen d e f g versehen, oben und unten geschlossen; innerhalb dieses Kastens ist ein zweiter oben und unten offener Cylinder A angebracht, welcher durch die Träger a a und b b gehalten wird und in welchem sich der Kolben B bewegt, dessen Kolbenstange durch eine Stopfbüchse am oberen Deckel des äusseren Kastens hindurchgeht. Dieser letztere ist durch eine horizontale Trennungswand c c in zwei Theile getheilt. Beim Niedergange des Kolbens öffnen sich die Klappen bei d und g, durch die ersteren wird die Luft aus dem Schachte in die obere Kastenabtheilung angesaugt, durch die anderen aus der unteren Abtheilung ausgeblasen; beim Aufgange schliessen sich die Klappen bei d und g und öffnen sich dagegen die bei e und f, so dass aus der oberen Kastenabtheilung ausgeblasen, in die untere angesaugt wird.

Auf demselben Princip beruht die von Struvé in Swansea construirte Wettermaschine.

Auf der Grube Eagles Bush bei Neath in Glamorganshire ist eine derartige doppeltwirkende Maschine[192]) aufgestellt. Vom Wetterschachte

---

[191]) The Mining Journal. London 1868. p. 801.

[192]) Busse, Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B.- H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 110.

aus führt ein in Ziegelsteinmauerung gesetzter, 1,5 Meter hoher, 1,8 Meter breiter Kanal zu zwei aufgemauerten Cylindern von 4,9 Meter Höhe, 5,5 Meter äusserem, 4,25 Meter innerem Durchmesser; innerhalb jedes dieser Cylinder ist von der Sohle des Kanals aus ein zweiter engerer Cylinder wasserdicht aufgemauert, von gleicher Höhe, wie der äussere Cylinder, so dass seine Oberkante um die Höhe des Kanals unter der Oberkante des äusseren Cylinders liegt, sein äusserer Durchmesser ist 2,9 Meter, sein innerer 1,4 Meter, die Verbindung dieser inneren Cylinder mit dem Hauptkanal erfolgt durch einen Querkanal, welcher sich an der Peripherie des äusseren Cylinders fortsetzt und in die Atmosphäre mündet, während der obere Theil des äusseren Cylinders durch einen senkrechten Kanal mit dem Hauptkanal in Verbindung gesetzt ist. Die beiden Stellen, wo der Querkanal den inneren Cylinder durchschneidet, sind mit hölzernen, 0,372 Quadratmeter Fläche bietenden Rahmen versehen, welche durch Querhölzer in 12 Felder von 25 Centimeter Breite und 36 Centimeter Länge getheilt und mit Klappen aus dünnem Eisenblech bedeckt sind, indem sie mit drei Lederriemen an die Querhölzer aufgenagelt und auf der inneren Seite mit weichem dünnen Leder gelidert sind; die Klappen des einen Rahmens öffnen sich nach Innen, die des anderen nach Aussen. An dem oberen Theile des äusseren Cylinders befinden sich senkrecht über den unteren gleichfalls Rahmen von derselben Grösse und Eintheilung, deren Klappen sich in entgegengesetzter Richtung öffnen, wie die der unteren. Der Ring zwischen dem inneren und äusseren Cylinder ist 2,134 Meter hoch mit Wasser gefüllt, in welches ein Eisenblechhut von 3,658 Meter Durchmesser und 2,591 Meter Höhe eintaucht; derselbe ist in Leitungsstangen geführt und wird durch die Dampfmaschine durch Vermittelung von Kunstkreuzen auf- und niederbewegt. Da der äussere Cylinder oben mit starken Bohlen luftdicht geschlossen ist, so wird beim Niedergange des Huts im oberen Cylinder durch den einen Rahmen Grubenluft angesaugt und durch den entgegengesetzten Rahmen des inneren Cylinders die vorher angesaugte Luft in die Atmosphäre ausgeblasen, während beim Aufgange des Hutes das umgekehrte Spiel stattfindet. Da die Kreuze beider Hüte mit einander verbunden sind, so findet ein continuirliches Ansaugen und Ausblasen statt, wozu, indem das Gewicht beider Hüte sich gegenseitig abbalancirt, eine sehr grosse Kraft nicht erforderlich ist, und die Maschine nur 6 bis 8 Pferdekräfte besitzt; die Hubhöhe beträgt 1,829 bis 2,438 Meter, bei 60 Meter Geschwindigkeit würde man theoretisch mit beiden Hüten 1280 Kubikmeter Grubenluft in der Minute ansaugen, doch bleibt die Wirklichkeit weit hinter dieser Leistung zurück. Derartige Wettermaschinen finden sich auch auf den Gruben Mynide-Bash-Y-Glo und Bryndie bei Pycle in der Nähe von Swansea, wo nur die Hüte grösser und statt eines Klappenrahmens deren zwei oder drei angebracht sind.

Nach Dickinson giebt eine Maschine mit nur einem Hut von 5 Meter

Durchmesser und 2 Meter Hub auf Westminster Colliery in Derbyshire mit 8 Doppelhüben in der Minute 670 Kubikmeter Grubenluft und auf 1 Pfund verbrauchter Kohle 150 Kubikmeter Luft, die Depression am Wassermanometer ist, wie natürlich, sehr schwankend, von 0 bis 44 Millimeter bis zur Mitte des Niederganges und bis 51 Millimeter bis zur Mitte des Aufgangs, im Mittel 35 Millimeter. Auf Riskagrube, wo im Jahre 1862 eine grosse Explosion stattfand, haben die Hüte 5,5 Meter Durchmesser, 1,8 Meter Hub und saugen mit 8 Hüben in der Minute 1360 bis 1415 Kubikmeter Grubenluft an bei etwa 76 Millimeter Wasserpressung.

Die Struvé'sche Wettermaschine beruht auf derselben Grundlage, wie die Glockenmaschine zu Marihaye und hat mit dieser den Uebelstand gemein, dass der schädliche Raum sehr gross ist, wodurch sich auch wohl ein stossweises Anziehen der Wetter bei dem Wechsel der Bewegung auf dem höchsten und tiefsten Stande bemerkbar macht, was auch in weiterer Entfernung vom Schachte nachtheilig wirken muss. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes ist vorgeschlagen worden, 3 Hüte anzuwenden.

f. Wettermaschine von Nixon.

Die Maschine von Nixon[193]), welche auf der Navigation Colliery aufgestellt ist, gründet sich auf dasselbe Princip, wie die von Struvé. Sie besteht aus zwei doppelt wirkenden hölzernen Kasten, in denen sich Kolben von 9,144 Meter Breite und 6,705 Meter Länge oder Höhe mit 2,134 Meter Hub bewegen; zur Erleichterung der Bewegung, welche durch eine Dampfmaschine bewirkt wird, laufen die Kolben mittelst Rollen auf Schienen. An der oberen Stirnwand beider Kasten befinden sich die Druckventile, an der unteren die Saugventile, welche, wie bei Struvé, aus einer grösseren Anzahl kleinerer Ventile zusammengesetzt sind; dieselben bestehen aus Holzklappen mit einem Ledercharnier und haben daher ein geringes Gewicht, so dass sie sich schnell schliessen und das Durchströmen der Luft erleichtern. Die Kolben können wegen ihrer grossen Dimensionen nicht bis unmittelbar an die Stirnwände der Kasten gerückt werden, so dass ein beträchtlicher schädlicher Raum verbleibt und der Windeffect sehr herabgedrückt wird, welcher auf 0,5 gefunden ist.

g. Kolbenwettersatz.

Auf der Steinkohlengrube Mathilde in Oberschlesien hat man eine sehr einfache Vorrichtung getroffen, um kleinere Theile des Grubengebäudes mit frischen Wettern zu versehen[194]). Ein gewöhnliches, vertical stehendes

---

[193]) v. Hauer a. a. O. S. 12. — The Mining Journal. London 1868. p. 801: 1873. p. 632.

[194]) Hauchecorne a. a. O. S. 87. — Glückauf. Essen 1869. No. 33.

Kolbenrohr von 523 Millimeter Weite ist oben und unten mit je einem hölzernen Ventilkasten versehen, von denen jeder zwei Klappenventile zum Aus- und Einströmen der Luft enthält. In dem Rohre befindet sich ein Kolben, dessen auf- und abwärtsgehende Bewegung durch Anschliessuug an das Kunstgestänge der Wasserhaltungsmaschine bewirkt wird. Der Apparat wirkt blasend und unterhielt bei ungefähr 6 Hüben in der Minute einen lebhaften Wetterwechsel auf einer 480 Meter langen Strecke, in welche die eingeblasene Luft durch einen Luttenstrang vor Ort geführt wurde.

h. Centrifugalventilatoren.

Zur Zeit herrscht noch wenig Uebereinstimmung hinsichtlich der Theorie der Centrifugalventilatoren, weshalb sich auch so mannigfaltige Constructionen finden; jedenfalls ist ein Unterschied zu machen zwischen den Ventilatoren als Gebläsemaschinen und denen als Wettermaschinen, denn bei jenen soll starke Pressung erzeugt und eine verhältnissmässig geringere Luftmenge bewegt werden, während bei den Wettermaschinen das Umgekehrte stattfindet[195]).

1. Wettertrommel.

Die Centrifugalventilatoren sind seit langer Zeit beim Bergbau als Wettertrommel zur Ventilation einzelner Baue angewendet. Dieselbe besteht aus einer Flügelwelle innerhalb eines Gehäuses, welches mit einer centralen Saug- und einer tangentialen Ausblaseöffnung versehen ist; je nachdem man die Lutten an die eine oder andere Oeffnung anbringt, wirkt die Trommel in Bezug auf einen entfernten Punkt blasend oder saugend, sie kann auch bei einem Standpunkte in der Mitte zwischen den beiden betreffenden Punkten gleichzeitig saugend und blasend wirken, was aber wohl nur bei sogenannten doppelten Trommeln vorkommt.

Ueberwiegend ist der Gebrauch als Bläser, wozu der Grund darin zu liegen scheint, dass mit grösserer Leichtigkeit die Blaselutten angesteckt werden können, was allerdings bei engen Bauen nicht ganz unwichtig ist, denn um die Sauglutten linear fortführen zu können, muss eine Krümmung

---

[195]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1122. — Combes a. a. O. t. II. p. 452. — Ponson a. a. O. t. II. p. 142. — Combes, traité complet de l'Aérage des mines. Bruxelles 1840. Specialabdruck aus Annales des mines. 3. Série, tome 15. p. 91. 167. — Rittinger, Centrifugalventilatoren und Centrifugalpumpen. Wien 1858. — Redtenbacher, Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren. Mannheim 1854. — Werner, Fink, Moll in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. a. a. O. — v. Hauer: berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 25. S. 137. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 2. p. 445; tome 4. p. 747; tome 9. p. 5.

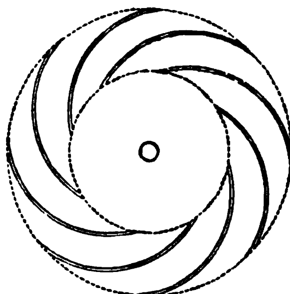
an der Saugöffnung stattfinden. Eine blasende Trommel bedarf immer des Gehäuses, eine saugende dagegen kann unmittelbar an ihrem Standorte ausgiessen und würde daher an der ganzen Peripherie offen sein können, dennoch findet man sie wohl überall mit einem Gehäuse, wenn man von dem vereinzelten Falle auf dem Hauptschlüsselerbstolln in Oberschlesien[196]) absieht.

Die Verschiedenheiten der in Anwendung stehenden Wettertrommeln beziehen sich:

1. auf die Gestalt der Flügel, welche radial stehen, convex gekrümmt, concav gekrümmt sein können,
2. auf die Stellung des Flügelrades im Gehäuse; dieselbe ist radial mit cylinderischem Gehäuse, excentrisch mit spiralem Gehäuse,
3. auf die Art der Bewegung, welche entweder mit der Kurbel allein oder mit der Kurbel und Getriebe oder mittelst Uebertragung durch Riemen oder Band ohne Ende stattfindet.

Die alten Wettertrommeln haben in gewöhnlich sehr grossen Dimensionen Holzconstruction, radiale Flügel, directe Kurbelbewegung, centrale

Fig. 657.



Stellung des Flügelrades, die neueren vermindern die Dimensionen, vermehren die Umdrehungen, wenden Eisen und Eisenblech an, bilden das Gehäuse nach einer Spirale, so dass die Luft aus jeder Abtheilung zwischen den Flügeln entweichen kann und nicht bis zum Ausfluss mitgeschleppt wird. Für eine derartige Stellung spricht sich auch Redtenbacher aus, welcher für solche Trommeln die Flügel zwischen 2 Ringen einsetzen will, wie in Fig. 657, so dass die Krümmung den äusseren Kreis tangirt und mit dem inneren einen Winkel macht, wie es auch Combes vorschreibt; andere lassen die Flügel mit der Krümmung aussen tangiren, innen radial stehen, Rittinger will concave Flügel, welche aussen radial, innen in einem Winkel stehen.

---

[196]) Krug v. Nidda, der beim Gegenortsbetriebe des Hauptschlüsselstollns in Oberschlesien angewendete Ventilator in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv. 1845. Bd. 19. S. 701.

aa. Von Dollfuss werden folgende Regeln aufgestellt, wenn der Radius mit R bezeichnet ist,

die Saugöffnung $= 0{,}62\ R = S$
die Breite des Gehäuses $= 0{,}8$ bis $1{,}5\ R = B$
die Höhe des Blasehalses $= 1{,}4\ R = H$

die Flügelzahl so, dass die äussere Entfernung je zweier Flügel 21 Centimeter beträgt, die Flügel stehen innen radial, sind nach aussen gekrümmt.

Die Länge der Flügel $= 0{,}55\ R = L$, so dass ihr innerer Kreis kleiner ist, als die Saugöffnung.

bb. Buckle will $S = 0{,}50$ R, eben so B und $H = 0{,}50$ R und den inneren Flügelkreis gleich der Saugöffnung S.

cc. Schwamkrugs Wettertrommel[197]) zum Handbetrieb mit Kurbel und Zahnradvorgelege kann saugend und blasend wirken; sie besteht aus einem excentrischen Flügelrad von 73 Centimeter Höhe, hat 6 Blechschaufeln von 21 Centimeter Länge und Breite und eine Ausblaseröhre von 21 Centimeter Breite und 18 Centimeter Höhe; ausserdem sind 3 spirale Blechschaufeln als Diffusor vorhanden, welche auf dem Gehäuse 4 Kanäle bilden, die sich von 20 Millimeter allmälig auf 52 Millimeter erweitern. Die Umsetzung der Getriebe beträgt $^{102}/_{12}$.

dd. Die Wettertrommel von Eckardt[198]) mit convexen Flügeln kann zugleich als doppeltwirkend gebraucht werden. Fig. 658, 659. Der

Fig. 658.

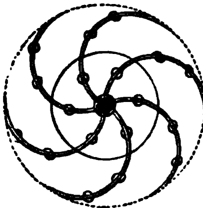
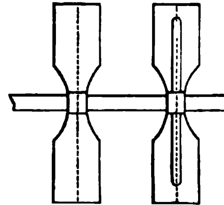


Fig. 659.



Durchmesser des Flügelrades beträgt 42 Centimeter, dasselbe hat 6 Flügel, welche nach einem Halbkreise gebogen sind, dessen Radius ein Viertel des Raddurchmessers ist, die innere Breite des spiralen Gehäuses beträgt 10 Centimeter, die Ausblaseöffnung 27 Quadratcentimeter. Die Flügel bestehen aus Eisenblech, sind an eine mittlere Scheibe angenietet, welche soweit ausgehauen ist, als die Saugöffnung beträgt; dieselbe hat eine etwa 3 Mal so grosse Fläche, wie die Ausblaseöffnung. An der Flügelradwelle befindet sich eine Riemenscheibe von 8 Centimeter Durchmesser, während das Riemenrad, welches zugleich als Schwungrad wirkt, und an dessen

[197]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1148. — Jahrbuch für den Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1855. S. 224.

[198]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 79.

Achse die Kurbel angebracht ist, 1,5 Meter Durchmesser hat, die Umsetzungszahl ist $^{60}/_{3} = 20$ und in der Minute können 500 bis 1000 Umdrehungen gemacht werden.

Zwei solcher Trommeln können combinirt werden, wo dann eine gemeinschaftliche Scheidewand vorhanden sein kann; jede Abtheilung erhält dann nur eine centrale Oeffnung, die Achse der beiden Flügelräder ist gemeinschaftlich, die Krümmung der Flügel in beiden Abtheilungen in demselben Sinne. Eine solche combinirte Trommel wird insbesondere beim Vorhandensein schlagender Wetter zur Herstellung von Aufhauen angewendet, wo man sonst nur von der oberen Sohle nach der unteren abhauen dürfte, indem frische Wetter vor Ort geblasen, die entwickelten schlechten unmittelbar weggesaugt werden. Hierzu sind mindestens 3 Luttenstränge erforderlich und zwar: ein Blasestrang der einen Abtheilung nach dem Betriebsort, ein Saugstrang der anderen Abtheilung vom Orte weg. ein Blasestrang derselben Abtheilung nach einem ungefährlichen Punkte; steht aber die Trommel nicht innerhalb frischer Wetter, so muss auch die erste Abtheilung noch einen Saugstrang erhalten, um frische Wetter heranzuholen; der Gang der Wetter ist aus Fig. 660 ersichtlich, wo durch 1 gute Luft angezogen wird, welche durch 2 dem Ort zugeblasen wird, während durch 3 die schlechte Luft vom Ort weggezogen und durch 4 nach einem ungefährlichen Punkte weggeblasen wird.

Nach den gemachten Erfahrungen hat eine Abtheilung allein auf 125 Meter Länge mit vielem Widerstande in Holzlutten in der Minute 1,6 Kubikmeter schlagende Wetter weggesaugt; bei Anwendung beider Abtheilungen ist mit 300 Meter Lutten, welche 18 Krümmungen machten, eine Geschwindigkeit der Wetter von 1,883 Meter in der Sekunde erreicht worden, wodurch 3,3 Kubikmeter Luft in der Minute angesaugt werden.

ee. Grubenventilator von Rittinger, ausgeführt von Dinnendahl zu Huttrop bei Steele[199]). Die Flügelstellung in diesem Ventilator beruht auf dem Grundsatz, dass, wenn man durch das innere und äussere Flügelende Radien zieht, Fig. 661, und ausserdem am innern Flügelende zu dessen Krümmung eine Tangente, der Winkel der letzteren mit dem betreffenden Radius 47 Grad ausmacht, im Uebrigen aber sind die Erfordernisse für jeden einzelnen Fall zu bestimmen. Einem grösseren, nur saugend wirkenden Ventilator hat Rittinger 0,50 Meter Radius gegeben, wovon die Kammer, in welcher sich 15 Flügel befinden, 0,20 Meter einnimmt, der Winkel der Flügel in obigem Sinne beträgt 47 Grad, ihr Krümmungshalbmesser 0,366 Meter. Die theoretische Leistung ist dahin

---

[199]) Cossmann: über die Leistungen eines Rittinger'schen Grubenventilators in Berggeist. Köln 1860. S. 659. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1860. S. 347. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. S. 403. — Zeitschrift des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 19. S. 662. — Soulié et Lacour: Matériel et Procédés de l'exploitation des mines. Paris. p. 53.

ermittelt, dass 2,86 Kubikmeter Luft in der Sekunde angesaugt werden, wenn 338 Umgänge in der Minute gemacht werden, wobei die Depression 4 Centimeter und die nöthige Kraft 1,5 Pferdekräfte beträgt; die Versuche haben bei 595 Umgängen in der Minute und 4 Centimeter Depression

Fig. 660.

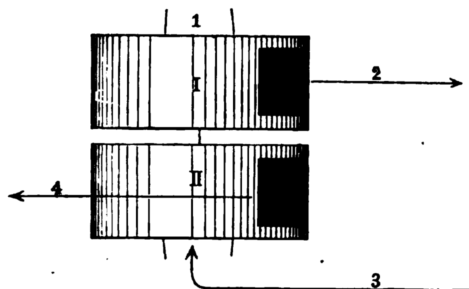
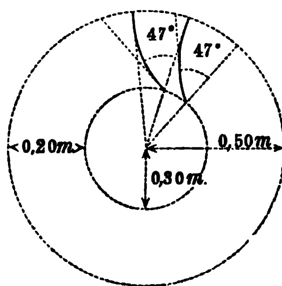


Fig. 661.



ein Ansaugen von 2,65 Kubikmeter in der Sekunde ergeben, während nach der Zahl der Umgänge $\frac{595}{338} \cdot 2{,}86 = 5{,}06$ Kubikmeter Luft angesaugt werden müssten, so dass der Nutzeffect nur 52,37 Procent beträgt.

Giebt man diesem Ventilator ein Gehäuse, so ist dasselbe spiral; immer ist an der Saugöffnung ein Einlaufkegel vorhanden, um die Luft allmälig zwischen die Flügel zu führen, zu welchem Zweck man auch eine trompetenförmige Erweiterung des Saugrohrs anbringt.

Nach der Beschreibung von Cossmann ist dieser Ventilator nur 0,942 Meter hoch, 1,25 Meter lang, also sehr compendiös, er kann mit Räderuntersatz von beliebiger Spurweite angefertigt werden, ohne die Höhe zu vergrössern. Das Gehäuse ist spiralförmig; das darin sich drehende Flügelrad wird durch zwei Riemscheiben mit den Umsetzungsverhältnissen von 1 : 4 und 1 : 5 bewegt, so dass bei einer Umdrehung der 31 Centimer langen Handkurbel das Rad 20 Umgänge macht. Das Rad hat an der einen Seite eine geschlossene, an der andern eine mit einer 24 Centimeter weiten Saugöffnung versehene Blechscheibe; an der letzteren sitzt der Saughals von 16 Centimeter Durchmesser, der sich trompetenförmig auf 24 Centimeter erweitert; an der geschlossenen Rückwand sitzt ein Einlaufkegel, dessen Spitze im Centrum der Saugöffnung sitzt. Das Rad enthält 8 Flügel von 39 Millimeter Breite und 13 Centimeter Länge, so dass der Durchmesser des ganzen Rades 50 Centimeter beträgt. Das spirale Gehäuse, an dessen Anfangspunkt das Flügelrad dicht vorbeistreicht, endigt in eine rechteckige Ausblaseöffnung, an der sich ein Blasehals zum Anstecken von 20 Centimeter weiten Zinklutten befindet; die Ausblaseöffnung nebst Gehäuse lässt sich um die Achse des Rades drehen und durch Schrauben feststellen, so dass man den ausgeblasenen Strom nach jeder Richtung hin lenken kann.

Cossmann hat mit dem Ventilator Versuche angestellt mittelst eines Anemometer von Groten in Elberfeld mit einem Durchmesser von 30 Centimeter, dessen Gebrauchsformel ermittelt war:

$$v = 0{,}454 + 0{,}8313\, u + 0{,}008\, u^2$$

wo u die Umdrehungszahl in der Sekunde, v die Geschwindigkeit in derselben Zeit bedeutet; an dem Blasehals des Ventilators war eine 3 Meter lange bis auf 30 Centimeter sich erweiternde Lutte angelegt und vor dieser das Anemometer aufgestellt. Man fand:

	Kurbelumdrehungen in 1 Minute	angesaugte Wetter mittelst 1 Kurbelumdrehung Kubikmeter	Geschwindigkeit Meter
beim 1. Versuch . . .	31,66	0,375	2,531
beim 2. Versuch . . .	19,66	0,340	1,667
beim 3. Versuch . . .	43,66	0,386	3,848

im Mittel werden also mittelst einer Kurbelumdrehung 0,367 Kubikmeter Luft angesaugt. Diese Versuche zeigen, dass eine gewisse Mittelzahl der Kurbelumdrehungen den besten Effect giebt, über welche hinaus auch schnellere Umdrehung nicht viel Leistung hinzufügt, worauf bei Centrifugalventilatoren für ganze Grubengebäude besonders Rücksicht zu nehmen ist. Während einer ganzen Schicht lassen sich im Durchschnitt in der Minute 30 Umdrehungen machen, also ungefähr 11 Kubikmeter Luft ansaugen, welches Quantum bei langen Lutten allerdings abnehmen wird. Bei richtiger Riemenspannung genügt zur Ingangsetzung ein Gewicht von 12 bis 13 Pfund am Handgriff, während nach Ueberwindung der ersten Trägheit zur Erhaltung der Bewegung 10 Pfund genügen; dies ergiebt bei $^1/_2$ Umdrehung in der Sekunde und 0,026 Meter Kurbellänge $0{,}026 \cdot 3{,}14 \cdot 5 = 0{,}4$ Kilogrammmeter, so dass, was auch mit den Erfahrungen übereinstimmt, ein Grubenjunge zur Bewegung des Ventilators von Rittinger genügt.

ff. Die Universalventilatoren von Sievers & Comp. in Kalk bei Deutz werden an vielen Orten zur Ventilation einzelner Grubenbaue mit Erfolg angewendet[200]). Dieselben wirken saugend und blasend. Dieselbe Fabrik fertigt auch einfach wirkende Ventilatoren, sowohl saugende, wie blasende. Sie werden zu einmännigem und zweimännigem Betrieb geliefert. Ein einmänniger Universalventilator liefert bei 105 Millimeter Luftdruck in der Wassersäule 6 Kubikmeter Luft in der Minute, der zweimännige bei gleichem Druck 15 Kubikmeter in der Minute.

gg. Von Reichenbach und Goylay ist ein Grubenventilator construirt, in welchem das Flügelrad durch ein Bürstenrad ersetzt ist[201]). Auf der Ventilatorachse c, Fig. 662 und 663, ist eine hölzerne Radnabe f aufgekeilt, welche durch die gusseisernen Hülsen d festgehalten wird; in diese Holznabe ist eine rotirende kreisförmige Bürste B aus Fischbein,

---

[200]) Hauchecorne: a. a. O. S. 88. — Glückauf. Essen 1869. No. 33.

[201]) Dingler: polyt. Journal. Bd. 194. S. 411.

Draht oder anderem Material, in mehreren Reihen büschelförmig eingesetzt und zwar so, dass an der Basis der Büschel ausreichend Raum vorhanden ist, um der Luft den Eintritt zu gestatten. Das Bürstenrad B sitzt in einem Gehäuse, welches aus zwei, durch die Schrauben a zusammengehaltenen Hälften AA, besteht, welche die Luftrecipienten RR zwischen sich frei lassen; dieselben communiciren durch den Spalt x mit

Fig. 662.

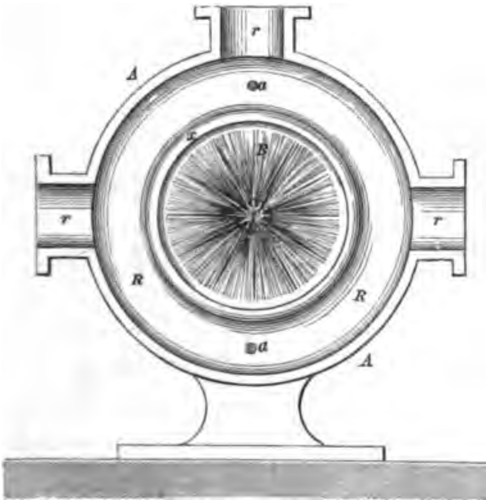
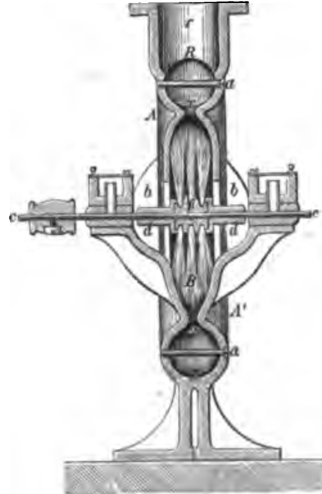


Fig. 663.



dem innern Ventilatorraum, in welchem sich das Bürstenrad bewegt. In der Mitte befinden sich zu beiden Seiten die Oeffnungen b, welche den Durchgang der angesaugten Luft gestatten. Die Luftrecipienten stehen mit den Abzugsröhren r r r in Verbindung, durch welche die angesaugte Luft getrennt oder vereinigt weiter geführt wird. Ueber die erfolgte nutzbare Anwendung dieses Apparats ist bis jetzt nichts bekannt geworden.

hh. In Saarbrücken wendet man in der Maschinenfabrik zu Mannheim angefertigte Handventilatoren von Schenk, Mohr und Elsaesser[202]) an. Dieselben sind nach dem System von Root (vergl. unten) construirt, wie aus Fig. 664 hervorgeht. Der Ventilator besteht aus einem gusseisernen Gehäuse mit Saug- und Ausblaseöffnung. Mittelst einer auf der Vorgelegewelle sitzenden Kurbel wird ein Zahnrad und mit diesem werden die im Innern des Gehäuses befindlichen Flügel a a in Bewegung gesetzt. Um einen engen Anschluss der Flügelräder an die innere Wandung des Gehäuses zu erreichen, also die mit fortgerissene Luft am Zurücktreten zu hindern und so den Wetterstrom kräftiger zu machen, sind die Stellen bei b und cd des Gehäuses mit einer Mischung von Gips und Graphit aus-

[202]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 115.

gefüttert, welche bei der Rotation der Flügel soweit abgeschliffen wird, dass der Zwischenraum auf das geringste Maass beschränkt ist, ohne dass der leichte Gang des Apparats dadurch beeinträchtigt wird. Mit diesem Ventilator hat man im Vergleich zu dem von Dinnendahl (Rittinger) und von Sievers und Comp. (Aktiengesellschaft Humboldt) ausführliche Versuche in Siegen angestellt, welche zu Gunsten des Ventilators von Dinnendahl ausgefallen sind. Dieser Ventilator hat auf der Königsgrube in Oberschlesien, im Mansfeldischen, auch in Westfalen bereits mehrfach Anwendung gefunden[203]).

Fig. 664.

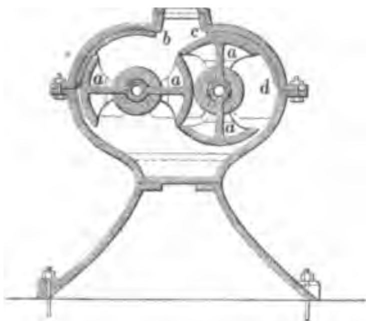
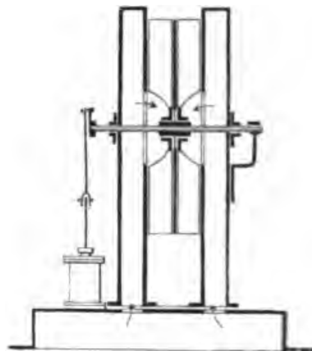


Fig. 665.



2. Ventilatoren für ganze Grubengebäude.

Diese Ventilatoren werden stets saugend angewendet und sind daher an der Peripherie offen und somit ohne eigentliches Gehäuse; sie werden zwischen verticalen parallelen Wänden aufgestellt, die zuweilen verlängert sind und nach Rittingers Ausdruck als Auslaufwände bezeichnet werden können; Ausnahmen machen hinsichtlich der Aufstellung der Ventilator von Combes, wenigstens wenn er mit verticaler Achse construirt ist, und hinsichtlich des Ausgiessens der Ventilator von Guibal, welcher ein Gehäuse hat. Alle Ventilatoren dieser Art haben den Vortheil, dass sie beim Stillstande den Schacht nicht verschliessen, vielmehr den Wetterzug auf natürlichem Wege bestehen lassen.

aa. Ventilator mit radialen Flügeln.

Hierhin gehört das Wetterrad von Nasmyth[204]), welches auf der Grube Abercarn in Südwales aufgestellt ist und zwar 6 Meter seitwärts vom ausziehenden Schachte, Fig. 665. Dasselbe hat einen Durchmesser von 4,25 Meter, 8 Flügel aus Eisenblech von 0,942 Meter Länge, 1,099 Meter

---

[203]) Ebenda. Bd. 23 B. S. 115; Bd. 24 B. S. 167. — Glückauf. Essen 1875. No. 27. — Der Berggeist. Köln 1875. S. 229.

[204]) Der Berggeist. Jahrg. 1858. S. 28. — Dingler polyt. Journ. Bd. 125. S. 241. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 64.

Breite, welche mit Armen an einer Scheibe von 1,883 Meter Durchmesser befestigt sind; die Seitenwände sind von Eisenblech, mit 2 Saugöffnungen von 1,883 Meter Durchmesser versehen, der Spielraum des Rades gegen die Seitenwände beträgt 78 Millimeter. Die Radwelle ist 3 Meter lang, in der Mitte 21 Centimeter, in den Zapfen 10 Centimeter stark und ruht auf 2,825 Meter hohen gusseisernen Ständern. Dies Wetterrad ist durch eine Dampfmaschine von 13 Pferdekräften mittelst directer Krummzapfenbewegung betrieben; es werden 60 bis 80 Umgänge in der Minute gemacht. Der Effect ist in der Minute: das Ansaugen

beim natürlichen Wetterzug von .	752	Kubikmeter	Luft
bei 60 Umdrehungen von	1397	„	„
bei 80 Umdrehungen von	1748	„	„

Der Wetterschacht dient übrigens gleichzeitig zur Förderung und wird durch Klappen während des Ganges der Fördergefässe geschlossen gehalten.

bb. Ventilator mit zurückgeneigten ebenen Flügeln.

Der von Letoret[205]) angegebene Ventilator dieser Art ist auf den Gruben bei Mons vielfach im Gebrauch. Gewöhnlich hat er 4 Flügel oder Schaufeln aus Eisenblech, welche an Arme angenietet, bei den älteren

Fig. 666.

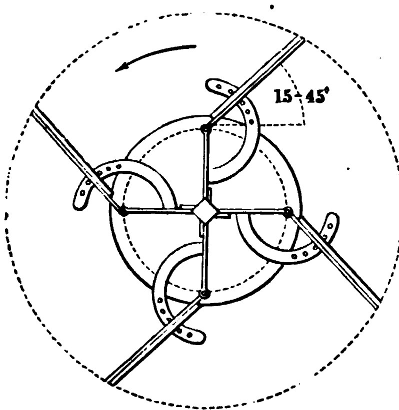
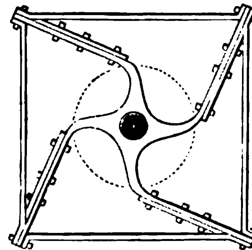


Fig. 667.



Constructionen an Halbkreisen verstellbar, Fig. 666, bei den neueren aber fest sind. Die Anordnung geht aus Fig. 667 hervor. Man hat zwei Saugöffnungen und dann zuweilen eine mittlere Scheidewand aus Eisenblech, ohne dass man indess einen Unterschied in der Wirkung wahrgenommen hätte. Bei 2 von Glépin angestellten Versuchen war der Winkel, welchen die Flügel mit dem Radius machen, 105 und 135 Grad; nach Ponson ist die Verschiedenheit der Neigung indifferent, zu viel Neigung sogar schäd-

[205]) Ponson a. a. O. t. II. p. 152. — Burat, le Matériel des Houillères. Deutsch von Dr. Hartmann. 1861. S. 277.

lich. Zur Bewegung dienen in der Regel Dampfmaschinen von etwa 12 Pferdekräften. Der Durchmesser der zahlreich ausgeführten Ventilatoren liegt meist zwischen 2,5 und 3 Meter, nur selten haben sie 1,5 bis 1,9 Meter Durchmesser.

Die manometrischen Depressionen steigen bis 50 Millimeter und darüber. Nach den von Ponson mitgetheilten Versuchen liegt die Zahl der Umdrehungen zwischen 200 und 300 in der Minute, nur die kleineren kommen bis 400. Der nützliche Effect würde im grossen Durchschnitt nur 23 bis 26 Procent betragen.

Grössere Effecte giebt Burat bei folgenden Dimensionen an:

	Ventilator auf der Grube Agrappe	Ventilator auf der Grube Escouffiaux
Saugöffnung	1,60 Meter	1,40 Meter
ganzer Durchmesser	3,10 „	2,86 „
Breite	0,93 „	1,20 „
Umdrehungszahl in der Minute	260	185
Depression	0,03 Meter	0,05 Meter
Leistung in der Sekunde	12 Kubikmeter	6,5 Kubikmeter
Nutzeffect	40 Procent	44 Procent

doch darf man gegen die Zahlen des Nutzeffects Zweifel hegen.

Wichtig ist für solche Ventilatoren die richtige Abmessung der Saugöffnung; wenn dieselbe zu gross ist, so entstehen leicht zwei Ströme, einer in der Nähe der Achse von den Grubenwettern, der andere am Umfange in umgekehrtem Sinne, indem äussere Luft eintritt; wenn die Saugöffnung dagegen zu klein ist, so steigert sich der Widerstand.

Theorie und Praxis zeigen überdies, dass die Leistung mit stärkeren Depressionen rasch sinkt, wie überhaupt das Windquantum einfach proportional, der Manometerstand wie das Quadrat, der Arbeitsaufwand wie der Cubus der Umdrehungsgeschwindigkeit sich verhält[206]).

Als Wettermaschine wählt man diesen Ventilator, wegen seiner Einfachheit, wegen der Nichtunterbrechung des Wetterzuges bei Stillständen, wegen des geringen Preises vorzugsweise in den Fällen, in welchen zur Ueberwindung der Widerstände keine sehr grossen manometrischen Pressungen erforderlich sind, also bei neuen Anlagen mit kurzen Strecken so wie bei weiten Bauen.

cc. Ventilator von Guibal.

Der Ventilator von Guibal ist identisch mit dem von Letoret, nur mit einem gemauerten Gehäuse versehen, so wie mit einer einzigen Auszugöffnung, welche durch eine verstellbare Klappe aus Eisenblech regulirt werden kann, dieselbe dient also als eine Art von Schütze. Die von Guibal

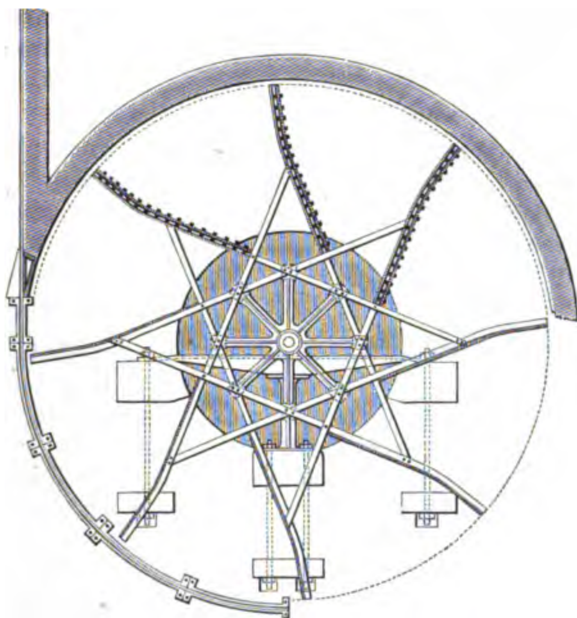
---

[206]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1130.

selbst ausgeführten Constructionen[207]) haben 6 bis 8 Flügel und sind durch die Solidität der Ausführung ausgezeichnet, Fig. 668.

Auf der Grube Grisoeuil, Schacht No. 20 stehen 2 Ventilatoren, welche durch eine Zwillingsmaschine, deren Schwungrad als Riemenscheibe dient, betrieben werden können und zwar entweder jeder für sich, oder beide zugleich mit gleicher Geschwindigkeit oder mit verschiedener Geschwindig-

Fig. 668.



keit, d. h. je von einem der beiden Cylinder der Maschine. Jeder der Ventilatoren hat eine Saugöffnung von 1,6 Meter, 4 Flügel aus Eisenblech mit 22 Grad Neigung gegen den äusseren Umkreis, einen Durchmesser des Flügelkreises von 4 Meter, eine Flügelbreite von 1,5 Meter, ein gemauertes, kreisrundes Gehäuse von 4,5 Meter Durchmesser, 1,53 Meter Breite, so dass der Spielraum in der Richtung des Durchmessers 0,25 Meter, in der Breite 0,015 Meter beträgt; die Ausblaseöffnung ist 1,53 Meter weit, 2,5 Meter

---

[207]) Burat: le Matériel des Houillères a. a. O. S. 280. — Dr. Hartmann, allg. berg- u. hüttenm. Ztg. Quedlinburg 1860. S. 365; 1861. S. 421. — Berg- und hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 460. — Bluhme a. a. O. S. 186. — Musil über Guibal-Ventilatoren in Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. Klagenfurt 1876. S. 10. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 19. S. 662. — v. Hauer a. a. O. S. 178. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 51. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 8. p. 861.

hoch und diese Höhe durch ein nach Innen geneigtes Blech auf 2,17 Meter verringert, doch hier nicht mit verstellbarer Klappe versehen; die Umsetzung der Maschine ist 3,3fach auf die Ventilatoren übertragen.

Wenn ein Ventilator allein betrieben wird, so ist der grösste Nutzeffect:

Umgänge der Maschine in der Minute . . .	10,51
Spiele des Ventils in der Minute	35,01
Depression	5 Millimeter
Luftquantum in der Sekunde	4,56 Kubikmeter
auf den Ventilator wirklich übertragene Arbeit	62 Procent
absolute Leistung der Maschine	1,14 Pferdekräfte

das grösste Quantum wird erzielt:

bei Umgängen der Maschine in der Minute	47
bei Spielen des Ventils in der Minute . .	156,51
bei Depression	53½ Millimeter
Luftquantum in der Sekunde	22,64 Kubikmeter
realisirte Arbeit	46 Procent
absolute Leistung	(?) 42,2 Pferdekräfte

Wenn beide Ventilatoren mit gleicher Geschwindigkeit betrieben werden, so schwankt das Luftquantum zwischen 22,43 und 29,72 Kubikmeter in der Sekunde, die Depression zwischen 50 und 75½ Millimeter, der Effect zwischen 51 und 44 Procent.

Nach den Versuchen ist übrigens die gleichzeitige Thätigkeit beider Ventilatoren unzweckmässig, und zwar um so mehr, je verschiedener ihre Geschwindigkeit gewählt wird. Durch Versuche auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat Cappell speciell festgestellt, dass zwei Ventilatoren, welche unabhängig von einander auf denselben Luftstrom wirken, einen höheren Effect nicht haben, als ein einzelner Ventilator. Dagegen wird die Wirkung bis zu 30 Procent erhöht, wenn man die durch den einen Ventilator angesaugte Luft dem anderen vor ihm stehenden Ventilator zuführt und von diesem ansaugen und ausblasen lässt. Man hat deshalb die Einrichtung zweier hinter einander stehender und nach einander wirkender Ventilatoren auf der Grube Gerhard mehrfach ausgeführt, dabei aber die Anordnung so getroffen, dass sowohl beide Ventilatoren gemeinschaftlich, wie jeder für sich arbeiten können[208]).

Von einem anderen Ventilator auf der genannten belgischen Grube, Schacht No. 3, wird angegeben[209]), dass derselbe bei 8 Flügeln, 4,5 Meter Durchmesser, 1,27 Meter Flügelbreite und einer einzigen Saugöffnung von 2,25 Meter leistet:

---

[208]) Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 31. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 27 B. S. 281; Bd. 31 B. S. 207. 208.

[209]) Dr. Hartmann, Ztg. Jhrg. 1861. S. 480.

Luftquantum in der Sekunde	28,74 Kubikmeter
Umgänge des Ventilators in der Minute	134
Depression	75 Millimeter
Nutzeffect	64 Procent

Aus Allem folgt der Nutzen des Gehäuses im Vergleich zu dem Ventilator von Letoret, andere Versuche ergeben die Vortheile, welche die Regulirungsklappe hat; auch den Ventilatoren von Fabry und Lemielle stehen die Ventilatoren von Guibal nur dann nach, wenn dauernd höhere Depressionen verlangt werden müssen.

Aus allen Bergrevieren wird die Anwendung des Ventilators von Guibal gemeldet. Auf dem Tiefbauschacht der Gruben des Freiherrn von Rothschild zu Mährisch-Ostrau[210]) hat man einen solchen von 9 Meter Durchmesser aufgestellt; derselbe hat 8 Schaufeln von je 3 Meter Länge und ist im Stande mit 58 bis 60 Umdrehungen in der Minute ca. 2472 Kubikmeter Luft anzusaugen, während er beim gewöhnlichen Gange der Maschine, einer 75 Pferde kräftigen Dampfmaschine, und bei mittlerem Barometerstande mit 44 bis 47 Umdrehungen 1700 bis 1854 Kubikmeter ansaugt. Die Saugöffnung beträgt 7,978 Quadratmeter. Die in der Nähe des Radcentrums gemessene Depression der Luft beträgt 34 Millimeter bei einem Effecte von 1700 Kubikmeter, 49²/₃ Millimeter bei einem Effecte von 2472 Kubikmeter. Dabei haben mehrere Versuche ergeben, dass die Saugöffnung am besten regulirt ist, wenn sie 1,177 Meter Höhe und 2,982 Meter Breite hat. Zu erwähnen ist noch, dass über dem seitwärts des Ventilationsraumes befindlichen Wetterschachte, welcher mit jenem durch einen 7,978 Quadratmeter weiten Kanal verbunden ist, eine Glocke von Eisenblech liegt, welche den Schacht luftdicht verschliesst, aber im Falle einer Explosion in einer zu diesem Zwecke vorgerichteten eisernen Führung in die Höhe gehoben, dem durch die Explosion erzeugten heftigen Luftstrom die Entfernung nach Aussen gestattet und dann, von selbst auf die Mündung des Wetterschachtes zurückfallend, denselben sogleich schliesst und mit der Ventilationsmaschine wieder verbindet, so dass der regelmässige Wetterzug der Grube sofort wieder hergestellt ist.

Auf den Staatsgruben bei Saarbrücken sind bereits viele solcher Ventilatoren aufgestellt, man hält die Construction von Guibal für die einfachste und von bester Wirkung[211]), auch in Westfalen, in Schlesien sind solche vorhanden[212]); die Fabrik von Sievers & Comp. zu Kalk bei Deutz hat davon mehrfache Anlagen ausgeführt; in neuerer Zeit ist damit auch die fiskalische Maschinenfabrik zu Gleiwitz beschäftigt. Einen sehr grossen Ventilator dieses Systems hat man auf der Grube Usworth bei New-

---

[210]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 18.

[211]) Pfähler a. a. O. S. 72.

[212]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20. S. 385. — Glückauf. Essen 1873. No. 32.

castle[213]) aufgestellt, um damit solche Leistungen zu erzielen, dass principiell über den Werth der Ventilatoren gegenüber den bis dahin in England allein angewendeten Wetteröfen entschieden werden kann. Derselbe hat einen Durchmesser von 13,716 Meter, eine Breite von 3,658 Meter und trägt 10 Flügel; bei 40 Umgängen in der Minute saugt derselbe 4162 Kubikmeter Luft mit einer Depression von 69 Millimeter an. Andere Beispiele über die Benutzung des Ventilators von Guibal auf englischen Gruben werden erwähnt[214]), es dürfte indess zu weit führen, sie einzeln hier aufzuzählen. Auch in Frankreich, namentlich auf den Gruben bei Anzin und Blanzy, findet sich der Ventilator von Guibal in Anwendung[215]). Auch in Amerika hat sich der Ventilator von Guibal eingebürgert[216]). Nach den im Jahre 1873 bei Gelegenheit der Wiener Ausstellung gemachten Mittheilungen sollten damals in Belgien 69, in Frankreich 58, in England 100, in Deütschland 28, in Spanien 1 derartiger Ventilator im Betriebe stehen, deren Durchmesser zwischen 4 und 12 Meter schwankt[217]). Seitdem hat sich die Zahl, namentlich auch in Deutschland und England, wo sie zu 150 angegeben wird, wesentlich vermehrt. In England hat man sogar den Guibal'schen Ventilator transportabel hergestellt, um einzelne Grubenabtheilungen mit demselben zu ventiliren[218]). Trotz der ausgedehnten Anwendung und der gerühmten Leistungsfähigkeit wird diesem Ventilator, namentlich von Westfalen aus, neuerdings der Vorwurf geringen Nutzeffectes und vor Allem zu grosser Anlage- und Betriebskosten gemacht[219]). Wenn auch dem von anderer Seite widersprochen wird[220]), so sind doch in neuerer Zeit unter der Autorität von Guibal selbst statt der grossen Ventilatoren mit wenigen Umdrehungen solche mit geringen Dimensionen und schnellem Gange gebaut worden. Statt eines Durchmessers von 9 Meter erhält der kleine Ventilator nur einen solchen von 4,20 Meter; um aber die Geschwindigkeit der Luft in dem Apparat zu verringern, giebt

---

[213]) Glückauf. Essen 1871. No. 18. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1871. S. 175.

[214]) The mechanical ventilation of mines in the Mechanics' Magazine. London. Vol. 91. p. 386. — The Mining Journal. London 1868. p. 801; 1873. p. 632; 1876. p. 627. — Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 166. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 190. — Zeitschr. f. d. Paraffin- u. s. w. Industrie. Halle 1876. S. 5.

[215]) Burat: les houillères en 1867, Paris 1868. p. 161; desgl. en 1868. Paris 1869. p. 94.

[216]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 282.

[217]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission über die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 45.

[218]) The Mining Journal. London 1874. p. 1371.

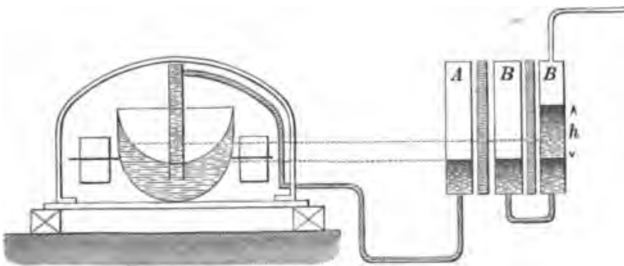
[219]) Glückauf. Essen 1879. No. 83; 1880. No. 25. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 255.

[220]) Glückauf. Essen 1879. No. 86.

man demselben statt **einer** Einströmungsöffnung zwei solche von 1,40 Meter Durchmesser und erzielt damit fast die gleiche Leistung wie mit den grossen Ventilatoren, während sie nur 12000 Mark statt 20000 Mark Anschaffungskosten erfordern[221]).

Guibal hatte in Wien einen **Wettercontroleur** ausgestellt, welcher in den Strom der vom Ventilator ausgeworfenen Luft eingeschaltet wird und bestimmt ist, jede Unregelmässigkeit im Laufe des Wetterstroms anzuzeigen[222]), er soll in jedem Augenblicke die Veränderung des Verhältnisses $\frac{Q^2}{h}$ bemerkbar machen, wobei Q das Luftvolumen und h die Depression bedeutet, was Guibal le tempérament de la mine nennt. Nach Fig. 669 dreht sich ein mit Wasser gefülltes Gefäss, welches mit Flügeln versehen

Fig. 669.



ist, um eine Achse ab mit einer Geschwindigkeit, welche von der des Wetterzuges abhängt; in dem ausziehenden Wetterstrom aufgestellt, empfängt es den Stoss des Stromes nach Art der Flügelanemometer. Das im Gefässe enthaltene Wasser steigt längs der Gefässwände hinan und bewirkt in der Mitte eine dem Quadrate seiner Umdrehungsgeschwindigkeit proportionale Senkung. Sieht man von der Trägheit des Gefässes ab, so ist diese Geschwindigkeit selbst der Geschwindigkeit des Luftstromes oder dem Luftvolumen proportional, so dass die Senkung des Wasserspiegels als das Maass von Q^2 betrachtet werden kann. Diese Senkung wird sich durch die Bewegungen der in dem Rohr A enthaltenen Flüssigkeit ankündigen; dasselbe ist vor einer graduirten Scala angebracht und ist durch eine Reihe von Röhren mit der Flüssigkeit des Gefässes in der Achse des letzteren in Communication gesetzt. Ein seitlich am Rohre A angebrachtes Manometer B giebt die Depression h an. Man regulirt die Umdrehungsgeschwindigkeit des Gefässes, indem man die Flügel mehr oder weniger neigt in

[221]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 8. p. 865. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 100. — Glückauf. Essen 1879. S. 28.

[222]) Ausstellungsbericht a. a. O. S. 45. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 528.

der Weise, dass die Flüssigkeit im Rohre A und im Rohre B in gleichem Niveau stehen. Sobald eine Störung in der Wettercirculation eintritt, wird sich dies durch den ungleichen Stand der Flüssigkeit in den Röhren A und B ankündigen. Dieser Wetterindicator ist sehr sinnreich, es ist aber kaum zu erwarten, dass die Wirkungen des mit Staub erfüllten Luftstromes auf die zarten Flügel des Apparates das Verhältniss zwischen der Rotationsgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit des Luftstromes zu jeder Zeit intakt erhalten.

Um die Wirkung des Ventilators zu constatiren, machte man an einem auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken[223]) aufgestellten Guibal'schen Ventilator von 7,073 Meter Durchmesser, 1,975 Meter Breite und 45 Umdrehungen in der Minute folgenden Versuch. Die Mündung des Diffusors theilte man in ideale Felder und ermittelte für jedes derselben mit einem Casella'schen Anemometer die Geschwindigkeit der

Fig. 670.

a b

3,70	4,15	4,03	2,80
4,08	3,91	3,72	3,23
3,61	3,72	3,56	2,30
3,02	3,17	2,45	2,03

c d

1,80 M

2,03

ausströmenden Luft. Die in Fig. 670 angegebenen Zahlen, welche die Luftgeschwindigkeit in Metern in der Sekunde bezeichnen, zeigen, dass die 4 Eckfelder wegen des hier auftretenden grössten Reibungswiderstandes erheblich kleinere Geschwindigkeiten haben, wie die je drei angränzenden Felder, ausserdem aber auch, dass die Geschwindigkeiten in der Richtung von cd nach ab und eben so von bd nach ac regelmässig wachsen. Die Bewegung der Luft in dem Diffusor ist mithin derart, dass bei a ein Maximum und bei d ein Minimum der Geschwindigkeit stattfindet, während bei regelmässiger Luftvertheilung eine gleichmässig von den Rändern des Diffusors nach der Mitte zu wachsende Geschwindigkeit stattfinden muss. Die Erklärung für die Abweichung ist die, dass die durch den Saugkanal zum Ventilator einströmende Luft vermöge ihrer Trägheit an der Seite ac angehäuft und andrerseits vermöge der Centrifugalkraft nach der Seite ab gedrängt wird. Es liegt hierin die Aufforderung, dem Diffusor eine zweckmässige Construction zu geben, um die jedenfalls nicht unbedeutenden Kraftverluste, die hierdurch entstehen, zu vermeiden.

---

[223]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 167.

dd. **Ventilator von Waddle.**

Auf einigen englischen Gruben findet sich der Ventilator von Waddle[224]), welcher in Fig. 671, 672 dargestellt ist und ein auf beiden Seiten ge-

Fig. 671.

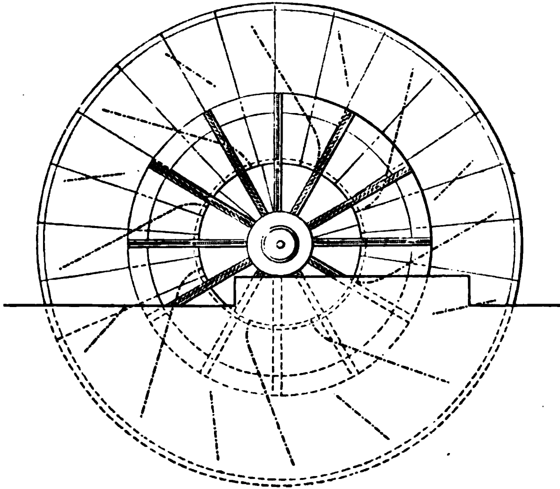
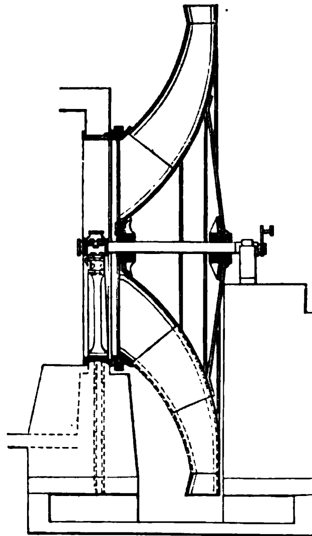


Fig. 672.



schlossenes und in der Mitte mit einer kegelförmigen Einführung versehenes, aus einer Anzahl kürzerer und theilweise gekrümmter längerer

[224]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 165. — Oesterr.

Flügel zusammengesetztes Flügelrad besitzt. Der Ventilator giebt die Luft an der gesammten Peripherie ab und kann daher ohne Gebäude im Freien aufgestellt werden, so dass die Anlagekosten billiger werden, als beim Guibal'schen Ventilator; dagegen ist in Folge der mitrotirenden zwei Seitenflächen die zu bewegende Masse sehr viel grösser, als bei letzterem und deshalb zur Anwendung bei Ventilation ganzer Grubengebäude weniger geeignet. Broja fand auf Northon Pitt der Brownhills colliery bei Brownhills einen derartigen Ventilator von 7,620 Meter Durchmesser und 3,048 Meter Weite der Einströmungsöffnung, während die Breite an äusseren Umfange 0,610 Meter betrug; er saugte bei 30 Umdrehungen in der Minute 1330 Kubikmeter Luft aus der Grube.

ee. Ventilator von Rittinger.

Der Ventilator von Rittinger[225]), welcher bereits oben S. 384 beschrieben ist, steht in grossem Massstabe auf dem Schacht Arnold der Grube Heinrich Gustav in Westfalen, auch auf den Gruben Vollmond und Neu-Düsseldorf in Benutzung[226]); auch auf österreichischen Bergwerken, z. B. auf dem Thinnfeldschachte zu Steiersdorf im Banat findet sich dieser Ventilator mehrfach benutzt, so auch auf den Gruben der Kaiser Ferdinand Nordbahn bei Mährisch-Ostrau[227]), Fig. 673.

Ein 0,419 Meter breites eisernes Rad von 4 Meter äusserem, 2,5 Meter innerem Durchmesser mit 62 Blechflügeln sitzt einseitig auf einer gusseisernen Nabe mit Einlaufkegel, die bewegende Maschine hat 12 Pferdekräfte und überträgt die Bewegung durch Vorgelege im Verhältniss von $2^1/_2 : 1$; gegen den Wetterkanal, welcher 1,883 Meter Durchmesser hat, ist eine Liderung zum dichten Anschluss angebracht. Die Leistung des Ventilators ist auf 80 bis 100 Umdrehungen in der Minute und ein Luftquantum von 12,366 Kubikmeter in der Sekunde berechnet.

Während der Sommermonate setzte der Wetterzug auf der Grube Heinrich Gustav beim Stillstehen des Ventilators nach dem zweiten, höher gelegenen Schacht der Grube um, während vom November ab in den Wintermonaten die Wetter den umgekehrten Weg, also in der Wirkungsrichtung des Ventilators nahmen. Die Geschwindigkeit der Luftbewegung ist mit Hilfe eines Biram'schen Anemometers in der Minute ermittelt

beim Stillstande des Ventilators zu 40 Meter mit 94 Kubikmeter Luft
beim Gange des Ventilators zu 188 „ „ 445 „ „

Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 32. — Dingler polyt. Journal. Bd. 218. S. 17. — The Mining Journal. London 1873. p. 632. — v. Hauer a. a. O. Bd. 25. S. 175.

[225]) v. Hauer a. a. O. Bd. 25. S. 170.

[226]) Bluhme a. a. O. S. 184. — Der Berggeist. Jhrg. 1867. S. 46.

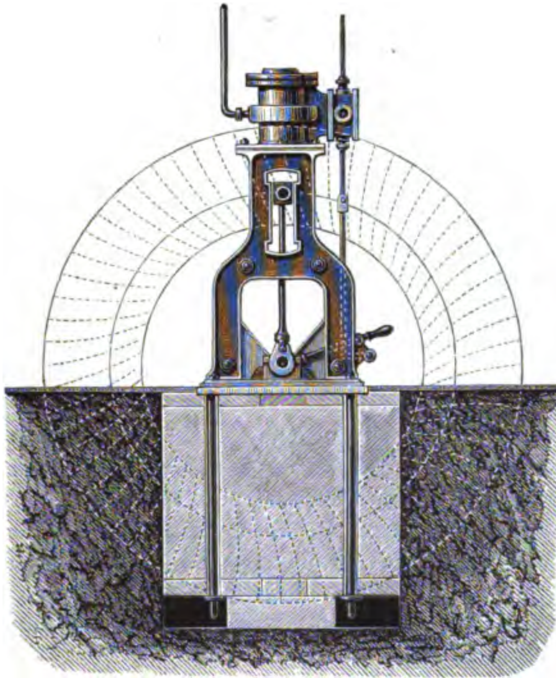
[227]) Ritter von Rittinger Erfahrungen. Wien. Jhrg. 1870. S. 13.

durch den Ventilator werden also in der Minute 351 Kubikmeter Luft mehr angesaugt.

ff. Ventilator von Combes.

Der Ventilator von Combes bietet nur noch historisches Interesse, er ist in der nicht realisirten Absicht construirt, die Austrittsgeschwindigkeit auf ein Minimum zu reduciren; er kann als ein Reactionsventilator betrachtet werden, und gleicht den Druckturbinen und den Tangential-

Fig. 673.



rädern. Der Erfinder hat seit der ersten Construction im Jahre 1841 mannigfache Abänderungen eintreten lassen; zunächst gab er eine verticale Achse, später eine horizontale; im letzteren Falle ist der Ventilator durch Glépin ähnlich wie der von Letoret aufgestellt mit zwei Saugöffnungen, während Combes nur eine Saugöffnung hat. Ursprünglich ist der Ventilator mit 12 Flügeln construirt, von denen aber nur 4 ganz durchgehen, die übrigen in der Mitte durchbrochen sind, der Winkel der Flügel am inneren Kreise beträgt $19^1/_2$ Grad, am äusseren stehen sie tangential, ausserdem sind zahlreiche Einlaufcurven vorhanden, von denen jedoch nur 4 vollständig durchgehen, die anderen reichen nur ein Stück von der Peripherie aus ins Innere. Später sind die Einlaufcurven fortgelassen, die Zahl der Flügel auf 6 mit einem inneren Winkel von 14 Grad 54 Minuten

reducirt, selbst auf 3 Flügel mit einem Winkel von 6 Grad 39 Minuten hat man sich beschränkt. Combes wendet einen Einlaufkegel an, welchen Glépin weglässt. Bei verticaler Achse steht der Ventilator unmittelbar über dem Schacht, der von einer mit Wasser gefüllten Rinne umgeben ist, in welcher der Ventilator mit einem nach Unten vorstehenden Ringe läuft, so dass ein Abschluss gegen den Schacht hergestellt ist.

Nach Glépin soll bei 400 bis 542 Umdrehungen der Effect 36 bis 39 Procent der übertragenen Arbeit ausmachen, womit auch Combes übereinstimmt, während Ponson nur 15 Procent zugiebt.

i. Windrad- und Schraubenventilatoren.

1. Ventilator von Lesoinne.

Zwischen einem festen Kern und einem äusseren eisernen Ringe sind windschiefe Flügel eingesetzt, welche sich am Kern theilweise decken, wodurch dreieckige Kanäle entstehen; die Neigung ist, wie sie von Smeaton für Mühlen angegeben ist, am Kern 6 bis 7 Grad, am Umfang 18 bis 19 Grad, daher in der Mitte 12 bis 14 Grad, Fig. 674. Die Flügel bestehen aus Eisenblech von $1^1/_2$ bis 2 Millimeter Dicke und sind an Radien, welche am Kern und an der Peripherie befestigt sind, angenietet; der Durchmesser des Kerns beträgt 0,28 bis 0,30 Meter, der Durchmesser des ganzen Rades 2,6 bis 2,7 Meter, die Zahl der Flügel 6 bis 10; die Achse findet sich sowohl vertical, wie horizontal.

Sie werden in der Gegend von Lüttich, wohl in Verbindung mit Wetterthürmen, dann aber meist nur im Sommer benutzt, so dass sie eigentlich wohl nur dem natürlichen Wetterzuge zu Hilfe kommen. Man wendet sie nur mit schwachen Depressionen von 5 bis 13 Millimeter an, wobei die angesaugte Luftmenge 7,5 bis 9 Kubikmeter in der Sekunde, der nützliche Effect 25 bis 26 Procent beträgt; derselbe würde wahrscheinlich schnell sinken, wenn grössere Depressionen verlangt werden, weshalb der Apparat nicht zu empfehlen ist.

2. Schraube von La Motte.

Innerhalb eines gemauerten Bassins bewegt sich ein horizontaler gusseiserner Cylinder, an welchem eine Schraube oder Schnecke mit Gängen aus Eisenblech genietet ist, theils vollständig umlaufend, theils aus Stücken von Gängen bestehend, Fig. 675. Die Bewegung erfolgt von der Umtriebsmaschine aus mittelst Riemen ohne Ende, welche zuweilen, da sie bei zahlreichen Umgängen leicht ein Gleiten veranlassen, mit Bandseilen vertauscht sind. Der Durchmesser der Schraube wird zwischen 0,8 und 3 Meter angegeben, die Umgänge in der Minute zwischen 750 und 189, die Depression auf höchstens 25 Millimeter, wobei Ponson eine Nutzleistung von 20 bis 21 Procent im Maximum ermittelt.

3. Schneckenventilator von Pasquet.

Bei dem Ventilater von Pasquet gehen von einem äusseren Ringe, welcher dicht an der Kanalmündung des ausziehenden Wetterschachtes vorbeistreicht, bis zu einem inneren cylinderischen Kern 3 bis 6 Flügel, von denen jeder $^1/_3$ bis $^1/_6$ eines vollständigen Schraubenganges bildet; da

Fig. 674.

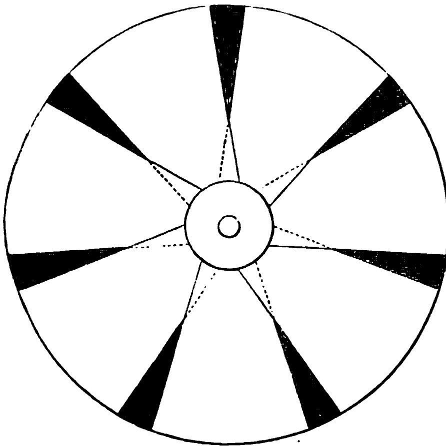
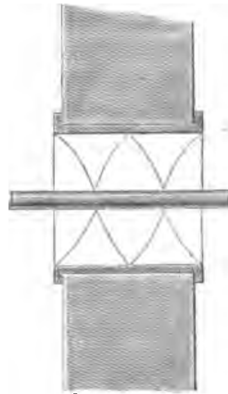


Fig. 675.



der folgende Flügel sich unten am Kern da ansetzt, wo der vorhergehende oben am Ringe endigt, so entstehen rechteckige Kanäle für den Austritt der Luft; ausser durch diese Kanäle ist jede Verbindung mit dem Innern durch cylinderische, an der oberen Fläche des Kerns angesetzte Bleche abgeschnitten. Der Austritt der Luft erfolgt entgegengesetzt im Sinne der Drehung.

Zur Bewegung dient eine Maschine von 8 Pferdekräften, die Depression beträgt 28 bis 40 Millimeter, die Zahl der Umgänge im Mittel 300, der Nutzeffect $27^1/_2$ bis $35^1/_2$; bei grösserer Depression sinkt auch hier der Effect.

k. Wetterräder.

1. Ventilator von Fabry.

Der Ventilator von Fabry[228]) entspricht den Rotationspumpen[229]), wozu der Erfinder als erste Idee zwei in einander greifende Walzen mit je 8 Zähnen angiebt; ausgeführt sind vornämlich solche mit 3 Zähnen oder in verbesserter Construction mit 3 Armen und beziehungsweise Kreuzschaufeln, neuerdings auch nur mit 2 Schaufeln.

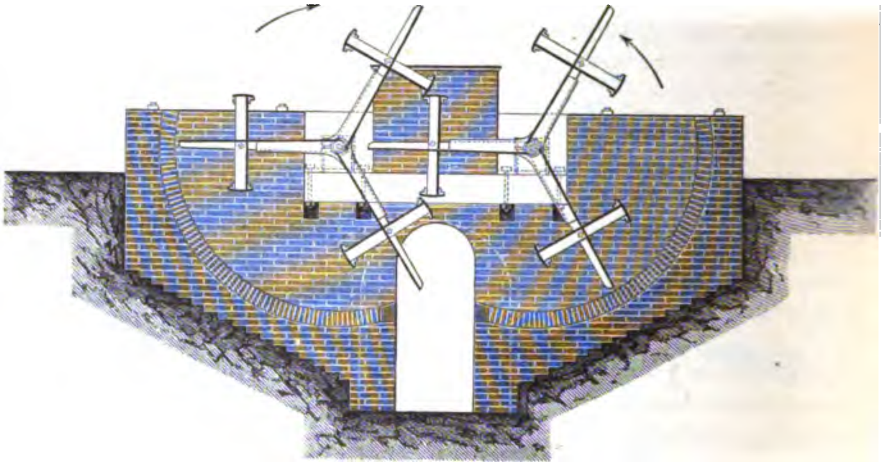
---

[228]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 49.

[229]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1112.

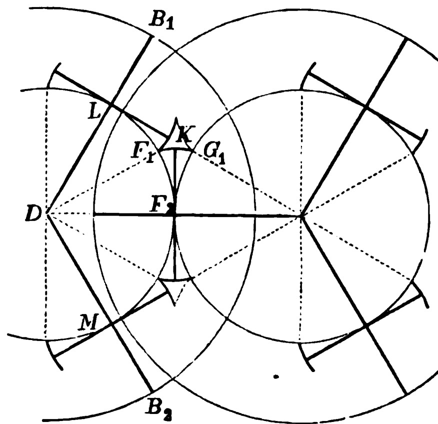
Bei der ersten Construction hat man jedem der beiden Räder, welche zusammen den Apparat ausmachen, gusseiserne Kopfplatten, dem Räderprofil entsprechend, gegeben, welche mit Einsteigelöchern und Eisenblech-

Fig. 676.



wänden versehen sind; auch das Gehäuse, in welchem sich die Räder bewegen, ist gleichfalls aus Eisenblech hergestellt. Die reibenden Flächen beider Räder bestehen aus Holz und sind epicycloidal geformt, doch sind,

Fig. 677.



um die Bewegung der Luft zu erleichtern und Stösse zu vermeiden, die Epicycloiden nicht bis Aussen fortgesetzt, sondern laufen in concave Kreisbogen aus. Die reibenden Kanten sind durch Ledereinlagen gedichtet, ebenso die in Berührung mit den verticalen Seiten des Gehäuses stehenden Kanten der Räder.

Bei der zweiten Construction, welche aus Fig. 676 ersichtlich ist, hat man in jedem der beiden Räder auf den beiden Seiten der Achse ein Gussstück mit 3 radialen Armen und Verstärkungsrippen, über welche der Länge nach, parallel mit der Achse, Bretter gelegt werden, so dass Radialschaufeln entstehen. An diesen sitzen Kreuzschaufeln, ebenfalls aus Holz, aber ohne Ledereinlagen an den reibenden Kanten. Das Gehäuse oder der Trog ist gemauert, geht aber zuweilen nur bis zur Höhe der Achsenlager und ist dann in oberer Höhe aus Brettern gebildet, obwohl es besser ist, dasselbe in der ganzen Höhe aufzumauern; damit ein möglichst dichter Schluss stattfindet, bekleidet man das Innere des Gehäuses mit Cement und bewegt das Rad, so dass die Schaufeln den Cementputz glatt streichen.

Die Umtriebsmaschine macht man 12 bis 15 Pferdekräfte und mehr stark, das Querhaupt derselben ist mit 2 Lenkstangen versehen, welche mittelst Krummzapfen die Wellen der beiden Räder angreifen.

In der Regel wirkt der Ventilator saugend, wobei die Drehung der Räder einander zugewendet ist; bei der Drehung werfen die radialen Schaufeln die Luft nach den Seiten heraus, dabei schliessen die Epicycloiden ab, welche aber durch den Eingriff wieder Luft hineinbringen, was gewissermassen die Wirkung des schädlichen Raumes herbeiführt: die Differenz beider Wirkungen giebt den Effect. Derselbe bestimmt sich theoretisch für eine Schaufel eines Rades als Inhalt eines Prismas von der Walzenlänge und einer Grundfläche, welche sich bildet, Fig. 677, aus

$$\text{Sector } B_1 D B_2 - (\text{Sector } D L F_2 M + 4 L F_1 K) =$$
$$\text{Sector } B_1 D B_2 - (\text{Sector } D L F_2 M + 2 F_1 F_2 G_1).$$

Wenn R der äussere, r der innere Radius bis zur Kreuzschaufel, α der halbe Centriwinkel, l die Walzenlänge ist, so hat man den Unterschied der Sectorenprismen

$$v_1 = \alpha (R^2 - r^2) l$$

Der Inhalt des Segmentes $F_1 F_2 G_1$, welches von 2 Kreis- und einem Epicycloidenbogen begränzt wird, ist

$$v_2 = 8 . \left(\frac{\alpha}{2} - 2 \sin \frac{\alpha}{4}\right) r^2 l$$

also das Förderquantum einer Schaufel

$$V = v_1 - v_2$$
$$= \left[\alpha \left(R^2 - r^2\right) - 16 \left(\frac{\alpha}{2} - 2 \sin \frac{\alpha}{4}\right) r^2\right] l$$

Auf jede Umdrehung erhält man für beide Räder von 3 Schaufeln das Luftquantum $= 2 . 3 . V$ und, wenn u die Zahl der Umdrehungen in einer Minute bezeichnet, die Luftmenge in einer Sekunde

$$Q = 6 . V . \frac{u}{60} = \frac{V . u}{10}$$

Setzt man $\alpha = \frac{\pi}{3}$ und reducirt in der oben erhaltenen Formel, so erhält man

$$Q = (\pi R^2 - 3,4278\ r^2) \cdot \frac{ul}{30}$$

Ponson[230]) stellt dieselbe Berechnung für die erste Construction an und kommt zu der Formel

$$Q = 2\,l\,(\pi R^2 - (k + 0,866\ r)\ 3\ r)$$

für jede Umdrehung, worin k die nützliche Länge des Epicycloidenbogens bezeichnet.

Die ältere Construction soll weniger schädlichen Raum haben, als die neuere.

Die Dimensionen werden für Ventilatoren mit 3 Zähnen oder Schaufeln angegeben von Ponson:

R = 1,73 Meter
l = 2,00 „
k = 0,27 „

die Entfernung der beiden Radachsen von einander zu 2 Meter;
von Burat[231]):

R = 1,70 Meter
L = 2 oder 3 Meter

die Stärke der Maschine = 12 Pferdekräfte oder 18 Pferdekräfte das wirklich geleistete Luftquantum ist im Allgemeinen 70 Procent des theoretischen und steigt zuweilen auf 80 Procent, sinkt aber auch bei starken Depressionen auf 50 und 45 Procent, ein Verlust, welcher durch das Wiedereintreten der Luft vermöge der Fugen des Apparats entsteht.

Nach Jochams[232]) scheint bei den kleineren Apparaten die vortheilhafteste Wirkung zu sein:

Umgänge in der Minute . .	36 bis 40
Luftquantum in der Sekunde	12 bis 12,6 Kubikmeter
Depression	53 bis 41 Millimeter
Effect	51 Procent

die grösseren geben nach Burat 15 Kubikmeter bei 50 bis 60 Millimeter Depression.

Ueberhaupt wirkt der Ventilator von Fabry nur günstig bei Depressionen, welche 20 Millimeter übersteigen, hat aber dabei den Vorzug vor anderen Wettermaschinen, dass bei starken Depressionen das Luftquantum und die Leistung nur langsam zurückgehen.

---

230) Ponson a. a. O. t. II. p. 188.
231) Burat, le Matériel des Houillères a. a. O. S. 286.
232) Ponson a. a. O. t. II. p. 198.

Für die Leistung entwickelt Trasenster[233]) nach Jochams Beobachtungen die empirische Formel

$$Q_1 = Q - 0{,}50 \sqrt{H}$$

wo Q das theoretische Luftquantum in Kubikmeter, H die Depression in Millimeter bezeichnet; nach Jochams[234]) soll diese Formel gut nur zu der alten dreizahnigen Form passen, während er für die neue mit 3 Schaufeln angiebt

$$Q_1 = Q - 0{,}56 \sqrt{H}$$

so dass diese etwas mehr Verlust veranlasst.

Neuerdings hat man diese Ventilatoren auch mit 2 Flügeln construirt, diese haben aber den Nachtheil, dass sie fast ganz im Gehäuse verborgen bleiben, also schwer zu beobachten und zu repariren sind, weshalb sie von Jochams nur für Gruben ohne schlagende Wetter als angemessen erachtet werden. Als Beispiel wird angeführt ein Ventilator auf der Grube d'Aiseau:

Durchmesser	3,74 Meter
Breite	1,10 „
Entfernung der beiden Achsen	1,10 „
Stärke der Maschine . . .	15,00 Pferde

Effect bei	7 Millimeter	Depression	60,00	Procent
„ „	13 „	„	23,00	„
„ „	17 „	„	22,40	„

Es ist übrigens klar, dass man diesen Ventilator sofort blasend wirken lassen kann, wenn man eine einfache Umkehrung der Bewegung eintreten lässt.

Die Kosten betragen nach Burat für die kleineren Ventilatoren:

Ventilator und Maschine	6840 Mark
Patentrecht	1200 „
Gebäude	4000 „
Kanal am Schacht . .	960 „
im Ganzen	13000 Mark

wogegen die grösseren etwa 16500 Mark kosten.

2. Ventilator von Lemielle.[235])

Das Princip für den Ventilator von Lemielle ist der sogenannten excentrischen Pumpe von Bramah entnommen, welche in der Weise vor-

---

233) Annales des travaux publics de Belgique. t. XI. p. 273.

234) Ebenda. t. XV. p. 21.

235) Ebenda. t. XV. p. 24; t. XVI. p. 130. — Burat a. a. O. S. 288. — Weisbach a. a. O. Bd. 4. S. 1118. — Bluhme a. a. O. S. 183. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 632. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 50. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 8. p. 867.

geschlagen ist, dass sie aus 2 excentrischen Cylindern besteht, von denen der innere, den äusseren tangentirend, sich dreht und mit Flügeln versehen ist, welche durch diametrale Stangen verbunden sind; statt der Stangen sind auch Federn anzuwenden, Fig. 678.

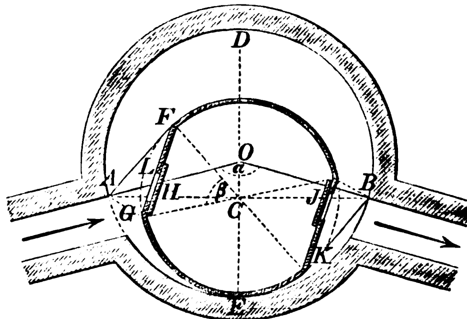
Fig. 678.



Ausgeführt sind bei über 50 Stück folgende Constructionen:
aa. liegend mit sechseckiger innerer Trommel und sechs Flügeln,
bb. stehend mit sechseckiger Trommel und drei Flügeln,
cc. stehend mit 2 Flügeln.

Die Rotationsachse für die Trommel und diejenige für die Lenkstange der Flügel sind stets vereinigt an einer festliegenden, gekröpften Welle, um deren Schenkel sich die innere Trommel mit ihren Seitenwänden ähnlich

Fig. 679.



wie die Nabe eines Rades dreht; von dem mittleren Wellentheil gehen die Lenkstangen aus, für welche sich in dem Trommelumfange Schlitze befinden, die mit Lederstreifen bedeckt sind.

Das Ganze befindet sich in einem gemauerten Gehäuse. Wenn die Trommel stehend hergestellt ist, dann ist sie oben nur mit einer leichten Bretterbühne bedeckt, in diesem Falle wird die Dampfmaschine liegend angeordnet, indem man die Kurbel der Trommel mit langer Lenkerstange unmittelbar ergreifen lässt.

Das theoretische Quantum Luft berechnet sich am einfachsten für das Vorhandensein von 2 Flügeln, wird aber bei der Anwendung einer grösseren Zahl von Flügeln und sonst gleichen Dimensionen nicht wesentlich geändert, obschon alsdann die Verluste wohl geringer sind. Es sei nach Fig. 679:

der äussere Radius OD $= R$
der Trommelradius CF $= r$
der Centriwinkel AOB $= \alpha$
der Centriwinkel GCF $= \beta$

ein Flügel liefert ein Luftquantum, entsprechend

(Segment ADBCA + Dreieck JBK — Dreieck AFH — den halben Trommelquerschnitt) multiplicirt mit der Länge l der Trommel.

Die beiden Dreiecke heben sich gegenseitig auf; das Segment ist gleich

$$\pi R^2 - (\text{Sector AEBO} - \text{Dreieck AOB}) =$$

$$\pi R^2 - \left(\frac{\alpha}{2} R^2 - \frac{R}{2} \cdot R \sin \alpha\right) =$$

$$\pi R^2 - (\alpha - \sin \alpha) \frac{R^2}{2} =$$

$$(2\pi - \alpha + \sin \alpha) \frac{R^2}{2}$$

der halbe Trommelquerschnitt ist

$$\frac{1}{2}\pi r^2 - \alpha \,\text{Segment GLF} =$$

$$\frac{1}{2}\pi r^2 - (\beta - \sin \beta) \frac{r^2}{2} =$$

$$(\pi - \beta + \sin \beta) \frac{r^2}{2}$$

Hieraus ergiebt sich die Grundfläche des betreffenden Prismas

$$F = (2\pi - \alpha + \sin \alpha) \frac{R^2}{2} - (\pi - \beta + \sin \beta) \frac{r^2}{2}$$

der Inhalt des Prismas also Fl und die angesaugte Luftmenge bei einer Umdrehung

$$V = 2\,Fl$$

und in der Sekunde bei u Umdrehungen in der Minute

$$Q = 2\,Fl \,.\, \frac{u}{60} = \frac{Flu}{30}$$

Für solche zweischaufeligen Ventilatoren von folgenden Dimensionen

2 R = 3,950 Meter
2 r = 3,000 „
Excentricität = 0,475 „
Flügelhöhe = 2,100 „

hat man für die Umdrehung die empirische Formel aufgestellt

$$V_1 = V - 0{,}39 \sqrt{H}$$

worin V den oben ermittelten theoretischen Werth des Luftquantums bei einer Umdrehung in Kubikmetern, H die Depression in Millimetern bezeichnet.

Uebrigens bestimmt sich der Winkel α aus der Excentricität d nach

$$\cos\frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{d}{R}$$

und der Winkel β bei der Schaufellänge s aus

$$\sin\frac{\beta}{2} = \frac{s}{2r}$$

Die Effecte sind bestimmt worden auf der Grube Bayement[236]) bei einem Ventilator mit 6 Flügeln von 3,10 Meter Länge, 1,305 Meter Seite des Sechsecks und der Excentricität 0,475 Meter mit 16 Umdrehungen

	erster Fall:	zweiter Fall:
Depression	50 Millimeter	75 Millimeter
Luftquantum in der Sekunde	6,989 Kubikmeter	6,409 Kubikmeter
übertragene Arbeit	62,00 Procent	65,00 Procent

Auf der Grube St. Martin[237]) hat der Ventilator 6 Flügel, die innere Trommel ist 3,10 Meter lang, die Seite des Sechsecks 1,305 Meter, die Flügelbreite 1,40 Meter, das aus Mauerwerk gefertigte Gehäuse ist 0,50 Meter dick, der äussere Kreis hat 3,95 Meter, der innere 3 Meter Durchmesser, die Excentricität beträgt 0,475 Meter, die Neigung der Kröpfung in der Welle 21½ Grad; es ermittelt sich bei

Umdrehungen in der Minute	Depression	Luftquantum in der Sekunde	Nutzeffect
26½	100 Millimeter	12,220 Kubikmeter	67,8 Procent
20	22 „	10,338 „	67,2 „
11	7 „	5,660 „	41,0 „

Bei 4 Millimeter Depression hat man noch 36,7 Procent Nutzeffect; im Durchschnitt ermitteln sich aus 9 Erfahrungen 65,2 Procent Nutzeffect.

Die Kosten berechnen sich ohne Dampfkessel für

Dampfmaschine mit Ventilator	5440 Mark
Patentrecht	720 „
Gebäude	7198 „
im Ganzen	13358 Mark.

Die Anschaffung ist auf die Pferdekraft berechnet bei Lemielle billiger, als bei Fabry, dagegen erfordert der Apparat von Lemielle höhere Unterhaltungskosten, als der von Fabry, auf die Pferdekraft vertheilt.

Auf einzelnen Gruben bei Anzin giebt man dem Ventilator von Lemielle vor allen andern den Vorzug. Da die Geschwindigkeit nicht grösser als 20 bis 25 Umdrehungen in der Minute genommen werden kann, hat man sich Behufs Beschaffung eines Luftquantums von 30 bis 40 Kubikmeter Luft in der Sekunde genöthigt gesehen, dem Ventilator sehr grosse Dimensionen zu geben, welche 7 Meter Durchmesser und 5 Meter Höhe des Ge-

---

236) Annales des travaux publics. t. XV. p. 24.

237) Ebenda. t. XVI. p. 130.

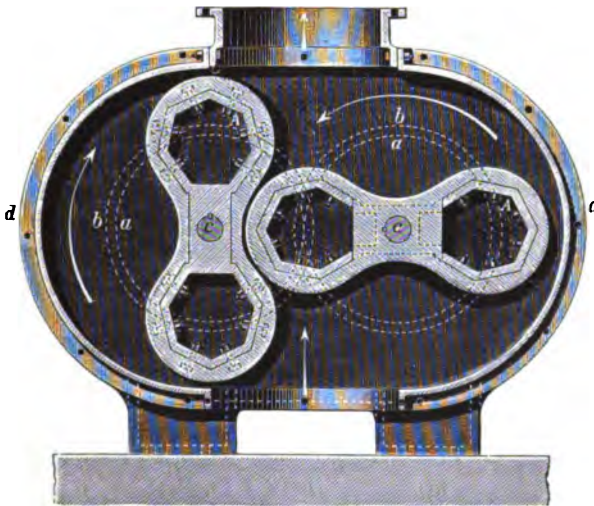
häuses betragen, wodurch in den Details der Construction mancherlei Veränderungen erforderlich gemacht worden sind[238]). Die Depression beträgt bis zu 10 Centimeter Wassersäule.

Auch in England verschafft sich dieser Ventilator Eingang[239]).

3. Ventilator von Root.

Der Ventilator von Root[240]) besteht aus zwei Flügelrädern A A Fig. 680 aus Lindenholz, welche sich innerhalb des halbcylinderförmigen Gehäuses d bewegen, indem ihre Wellen c c mittelst zweier Räderpaare aa gekuppelt sind und die Bewegung durch die Riemenscheiben b b erhalten.

Fig. 680.



Sowohl die Flügel A, wie die innere Wandung des Gehäuses d sind mit einer dünnen Schicht einer consistenten Schmiere (Unschlitt mit etwas Wachs) überzogen, wodurch man bei geringer Reibung einen guten Anschluss erreicht, selbst bei nicht vollkommen genauer Flügel- und Gehäuseform. Die Breite der Flügelräder beträgt 2 Meter, ihr Durchmesser 0,9 Meter; sie werden mit grosser Geschwindigkeit, 200 bis 250 Mal in der Minute

---

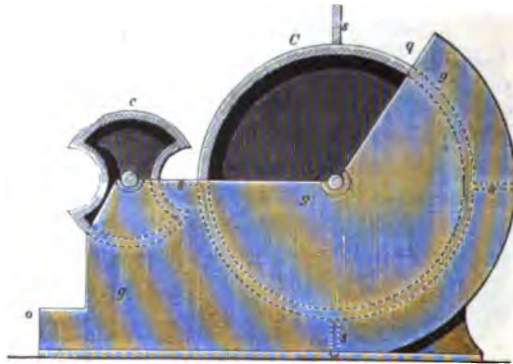
238) Burat: a. a. O. Paris 1869. p. 69.

239) The Mining Journal. 1868. p. 801.

240) v. Rittinger: Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jahrg. 1869. Wien. S. 14. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 268. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 289; Jahrg. 1869. S. 121. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 290. 541. — Dingler polyt. Journal. Bd. 187. S. 301; Bd. 201. S. 560. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 15. S. 480.

umgedreht und liefern einen constanten Luftstrom von beträchtlicher Pressung. Nach den mitgetheilten Quellen ist dieser Ventilator bisher vorzugsweise beim Cupolofenbetrieb, so in Neuberg in Steiermark, auf mehren Hütten in Westfalen, auch in Gleiwitz bei einem Krigar'schen Cupolofen, in ausgedehntester Weise in England zur Anwendung gelangt, bei der Wetterbewegung auf Gruben erst in neuerer Zeit. Namentlich findet man ihn bereits vielfach zur Ventilirung einzelner Grubenabtheilungen benutzt (vergl. oben S. 387), aber auch für ganze Grubengebäude steht er in Anwendung z. B. im Mansfeldischen[241]), wo man sehr günstige Erfolge erzielt hat; mit einer Leistung von ca. 31 Kubikmeter Luft in der Minute versorgt der blasend wirkende Apparat durch einen 26 Centimeter weiten

Fig. 681.



Luttenstrang das 1800 Meter vom Schachte entfernte Stollnort ausreichend mit frischen Wettern, der Betrieb erfolgt mittelst einer kleinen Turbine. Auf der Chilton Grube in England ist der Root'sche Ventilator in grossen Dimensionen von 7,625 Meter Durchmesser und 4,065 Meter Breite mit sehr guten Resultaten in Betrieb gesetzt[242]). Auch auf den Gruben des Comstockganges in Nordamerika wird der Ventilator fast ausschliesslich angewendet[243]).

4. Ventilator von Evrard.

Der Ventilator von Evrard[244]) besteht aus zwei gleich langen Cylindern C und c Fig. 681 von ungleichem Durchmesser, welche bei einem auf der Ausstellung zu Paris aufgestellten Exemplar sich wie 2 : 1 verhielten; dieselben drehen sich in einem Gehäuse g mit gleicher Peripheriegeschwin-

---

[241]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 168.

[242]) Dingler polyt. Journal. Bd. 225. S. 325. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 375.

[243]) Koch in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 51.

[244]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 207: Jahrg. 1869. S. 121. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 52.

digkeit. Auf dem Cylinder C sind vier radiale Schaufeln s aufgesetzt, wogegen der Cylinder c mit zwei nach einer verlängerten Epicycloide gebildeten Vertiefungen in der Mantelfläche versehen ist. Entweder berühren sich bei der Bewegung beide Cylinder oder das äusserste Ende einer Schaufel legt sich an die innere Wandfläche einer Vertiefung des kleinen Cylinders an, so dass in allen Fällen die Communication der äusseren Luft mit dem Innern des Gehäuses zwischen den beiden Cylindern abgesperrt ist. Je nachdem sich der Cylinder nach rechts oder links dreht, wirkt der Ventilator blasend oder saugend. Lässt man ihn blasend wirken, so wird beim Anlangen einer Schaufel bei q die zwischen zwei Schaufeln befindliche, von den Mantelflächen des Cylinders und des Gehäuses eingeschlossene Luft in das Innere des Gehäuses eingeführt, durch die Oeffnung o ausgeblasen und durch eine Luttenleitung weiter fortgeführt. Dabei entweicht zwischen den Cylindern von der im Gehäuse befindlichen Luft so viel, wie der Raum einer Vertiefung des kleinen Cylinders enthält. Soll die Wirkung eine saugende sein, so muss sich der Cylinder C nach links drehen und die zu entfernende Luft tritt durch die Oeffnung o in das Gehäuse, um durch die Oeffnung q mittelst der Schaufeln hinausgetrieben zu werden. Bei einer anderen Construction trägt der grosse Cylinder statt der 4 Schaufeln zwei den Vertiefungen im Cylinder c genau entsprechende Zähne.

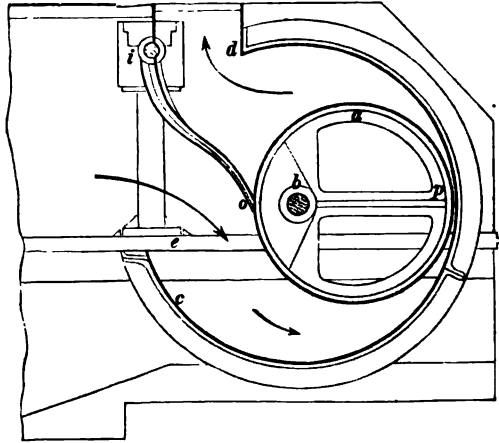
5. Ventilator von Cooke.

Der Ventilator von Cooke ist auf Gruben bei Bishop Auckland in England zur Ausführung gelangt und soll daselbst günstigere Wirkungen, als ähnliche Ventilatoren von Lemielle und Fabry gezeigt haben[245]). Derselbe besteht aus 2 auf parallelen, der Länge nach hinter einander liegenden Achsen b excentrisch aufgekeilten rotirenden Cylindern a von 2,510 Meter Durchmesser und 5 Meter Länge, Fig. 682; die Excentricität beträgt 0,628 Meter und die äusserste Peripheriegränze streicht bei der Umdrehung an der Innenfläche eines 3,766 Meter weiten, cylinderischen Gehäuses, welches durch die mit Gips bekleideten Mauerstösse an beiden Enden abgeschlossen und von d bis e offen ist, wo die Luft eintritt, beziehungsweise austritt. Die entgegengesetzten Luftströme werden durch den Flügel io von der Länge des Gehäuses von einander getrennt, indem er fest gegen den rotirenden Cylinder gedrückt wird. Die Hebelsarmlänge des Flügels beträgt 1,883 Meter. Die beiden Cylinder a müssen sich in entgegengesetzter Richtung bewegen, um stets einen gleichmässigen Luftstrom zu geben und nicht einseitige Belastungen und Stösse in dem Mechanismus hervorzurufen. Die excentrischen Cylinderflächen sind aus $2\frac{1}{2}$ Millimeter starkem Blech hergestellt und auf gusseiserne Excentrics aufgelegt,

[245]) Der Berggeist. Köln 1869. S. 496. — Dingler polyt. Journal. Bd. 197. S. 6. — The Mining Journal. London 1875. p. 1267; 1876. p. 626. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 574.

während das Gehäuse aus $3^1/_4$ Millimeter starkem Blech besteht und mittelst Rippen versteift ist. Der Nutzeffect des Apparats ist auf 78 Procent der theoretischen Leistung festgesetzt bei 131 Millimeter Depression der Wasser-

Fig. 682.



säule. Die wirkliche Leistung des Ventilators wird auf 4882 Kubikmeter Luft in der Minute angegeben, nach anderen bei $78^1/_2$ Millimeter Drepression 5562 Kubikmeter.

6. Combinirter Schrauben- und Centrifugal-Ventilator von Pelzer.

Neuerdings gelangt der Ventilator von Pelzer, namentlich in Westfalen, aber auch in Saarbrücken, vielfach zur Anwendung. Derselbe ist ein Schrauben- und Centrifugal-Ventilator. Er hat vor anderen Centrifugalventilatoren den Vorzug, dass die zuströmende Luft ohne irgend welchen Anprall aus dem Zuleitungskanal durch den Ventilator ins Freie gelangt und dadurch einen grösseren Effect hervorruft, welcher zu 87 Procent Nutzleistung angegeben wird. Ein solcher Ventilator auf der Zeche Julius Philipp von 2,5 Meter Flügeldurchmesser hat bei 210 Umdrehungen eine Leistung von 1000 Kubikmeter Luft, eben so sind auf anderen zahlreichen Gruben sehr vorzügliche Resultate erzielt worden; auch als Handventilator ist der Apparat mit bestem Erfolge vielfach benutzt worden. Der Ventilator besteht hauptsächlich, Fig. 683. 684. 685, aus dem Flügelrade F, welches fliegend auf der Achse A sitzt, aus der Riemscheibe B und dem Lagerstuhl C; die dem Lagerstuhl zugekehrte Seite des Flügelrades ist durch einen abgestumpften Blechkegel dicht verschlossen. Die 6 Flügel f bilden Ebenen oder nur wenig gekrümmte Flächen, welche, regelmässig auf den Umfang der Achse vertheilt, dieselbe in einem Winkel und einem Punkte schneiden. Der Drehungskörper des Rades bildet einen kurzen Cylinder fa, fc und weiterhin einen abgestumpften Kegel. Der konische Theil

K des Rades ragt in den Saugkanal, während der cylinderische Theil aus der Mündung desselben hervortritt; durch diese Form erreicht man, dass die Luft, welche von dem Kanal K her mit grosser Geschwindigkeit in den Ventilator hineinströmt, ohne grossen Effectverlust in die Ausströmungsrichtung gebracht wird[246]).

Fig. 683.

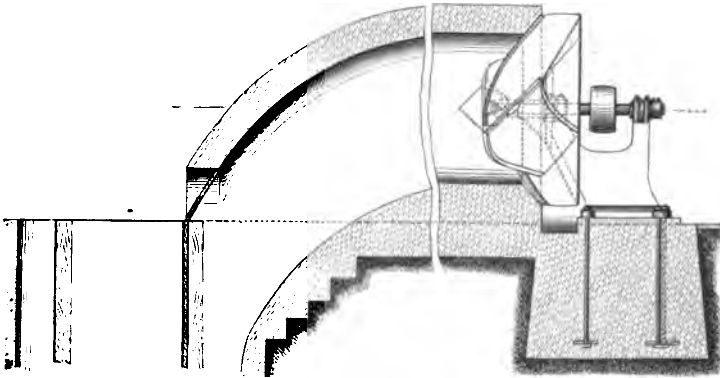
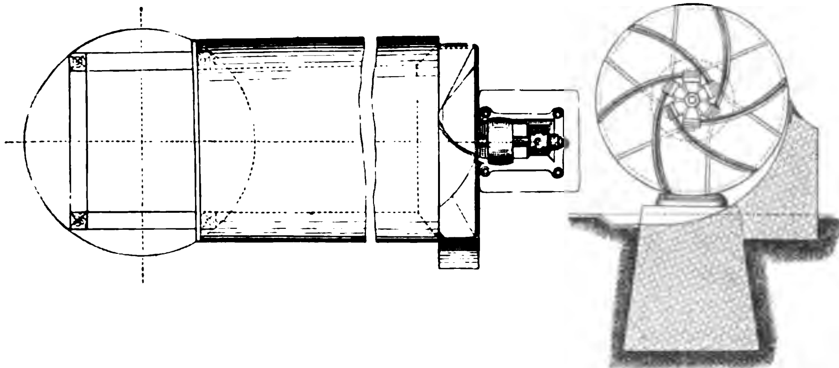


Fig. 684. Fig. 685.



7. Turbinenventilator.

Der Turbinenventilator von Kraft[246a]) ist auf einer Grube bei Lüttich aufgestellt. Derselbe ist horizontal auf einem hohlen gusseisernen Cylinder

[246]) Glückauf. Essen 1880. No. 25; 1881. No. 104. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 255; Bd. 29B. S. 269; Bd. 30B. S. 255; Bd. 31B. S. 208. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 587; 1882. S. 189. 386. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 24.

[246a]) Glückauf. Essen 1882. No. 49. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Kattowitz 1882. S. 225. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingemieure. Bd. 26. S. 594.

verlagert, welcher 5 Meter hoch einen Durchmesser von 2 Meter besitzt und auf einem Backsteinfundamente ruht. An die obere Oeffnung des Cylinders schliesst sich die feste Directrix, ein ringförmiges Stück von 2 Meter innerem und 3 Meter äusserem Durchmesser, welche mit 12 Leitschaufeln, wie die hydraulischen Turbinen, versehen ist. Die Luft tritt durch den Cylinder in die Directrix und wird ohne Stoss und ohne Wirbelbildung zur beweglichen Krone geführt, welche bei einem Durchmesser von 7 Meter die Directrix umgiebt und gleichfalls 12 gekrümmte Schaufeln trägt; dieselben sind so geformt, dass jede unregelmässige und wirbelnde Bewegung vermieden wird. Da die Luft beim Austritt aus den Schaufeln der beweglichen Krone noch eine bedeutende Geschwindigkeit besitzt, so ist diese zur Vermeidung jeden Verlustes noch mit einem ringförmigen 0,8 Meter breiten Diffusor umgeben, welcher der austretenden Luft einen genügend weiten Querschnitt zum Entweichen darbietet und dadurch die Austrittsgeschwindigkeit auf das geforderte Maass reducirt. Der ganze Apparat, aus Schmiedeeisen construirt, hat eine Höhe von 0,5 Meter und einen Durchmesser von 7,5 Meter und fördert bei 90 Umdrehungen in der Minute und einer Depression von 62 Millimeter Wassersäule 1200 bis 1500 Kubikmeter Luft.

Der Ventilator von Harzé[246b]) ist dem vorigen ähnlich und entspricht einem horizontal aufgestellten Ventilator von Guibal. Auf einem ringförmigen Backsteinfundamente ruht eine Krone mit 8 Flügeln, welche, 1 Meter breit, wie bei Guibal gekrümmt sind. Die Krone von 7 Meter Durchmesser rotirt um eine Eintrittsöffnung von 3 Meter Durchmesser; die durch die Krone weggeschleuderte Luft durchläuft vor ihrem Austritt in die Atmosphäre einen ringförmigen Diffusor, welche durch eine den Flügeln entsprechende Anzahl von Eisenblechen in eben so viele einzelne Theile geschieden ist und den Zweck verfolgt, die Geschwindigkeit der tangential fortgeschleuderten Luft auszunutzen. Bei einer Geschwindigkeit von 60 Umdrehungen in der Minute und einer Depression von 25 Millimeter Wassersäule liefert der Apparat ein Wetterquantum von 600 Kubikmeter.

l. Beurtheilung der Wettermaschinen und allgemeine Bemerkungen.

Als wirklich praktisch erweisen sich von den besprochenen Wettermaschinen nur:

1. Die Kolbenmaschinen und zwar in liegender Ausführung, vielleicht auch stehend bei besserer Balancirung der Klappen,
2. die Glockenmaschinen, ebenfalls unter der zu 1. angegebenen Bedingung,

---

246b) Glückauf. Essen 1882. No. 79.

beide haben den Vortheil, dass die angesaugten Luftquantitäten nur wenig von dem Grade der Depression abhängig sind, dagegen den Nachtheil bedeutender Anlagekosten und grosser Schwerfälligkeit;

3. Centrifugalventilatoren sind in der Herstellung billig, auch effectvoll bei schwachen Depressionen, während für stärkere Depressionen die Leistung sehr schnell abnimmt; es scheint, als ob der Ventilator von Guibal am meisten leistet, doch nicht die Wetterräder erreicht;

4. die Wetterräder sind theurer als die Centrifugalventilatoren, sie leisten wenig bei geringen Depressionen, dagegen viel bei starken; von ihnen scheint das von Fabry den Vorzug zu verdienen, auch ist die Combination von Pelzer hervorzuheben.

Hiernach ergänzen sich die Centrifugalventilatoren und Wetterräder: wo nur geringe Widerstände vorhanden sind oder zu erwarten stehen, wendet man zweckmässig die Ventilatoren an, welche auch noch darin den Vorzug verdienen, dass sie bei Stillständen den natürlichen Wetterzug nicht hindern; in anderen Fällen ist das Wetterrad von Fabry zu empfehlen. Dem entsprechen auch im Allgemeinen die Resultate der von Murgue mitgetheilten Versuche der französischen Commission für das Bassin du Gard[247].

Man hat gemeint, der Wirkung der mechanischen Wetterführung dadurch zu Hilfe zu kommen, dass man den durch den Ventilator angesaugten Luftstrom noch besonders erhitzte, also verdünnte, indem man denselben entweder direct mit einem Wetterofen oder mit den abziehenden Gasen unterirdischer Dampfkessel oder mit Kesselschornsteinen über Tage in Verbindung brachte. Directe Versuche der westfälischen Commission, welche mit Untersuchung der Wetter auf den bedeutendsten Gruben Westfalens beauftragt war, haben ergeben, dass die Erhitzung des ausziehenden, von einem Ventilator angesaugten Luftstroms zwecklos ist, ja sogar nachtheilig wirkt. Auf der Zeche Tremonia bei Dortmund stand ein Fabry'scher Ventilator, welcher den durch einen auf der Wettersohle befindlichen Wetterofen erhitzten Luftstrom ansaugte. Die Erwärmung erfolgte bis 30 Grad Réaumur; bei einer Temperatur über Tage von 20 Grad, einer Temperaturdifferenz also von 10 Grad und bei 38 bis 40 Umdrehungen lieferte der Ventilator 420 Kubikmeter Luft in der Minute. An einem anderen Tage, nachdem der Wetterofen ausser Thätigkeit gesetzt war, bei einer Temperatur der Wetter auf der Wettersohle von 12 Grad und einer äusseren Lufttemperatur von 3,5 Grad, also einer Temperaturdifferenz von nur 8,5 Grad beobachtete die Commission bei gleicher Umdrehung des Venti-

[247]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 7. p. 477 Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 308.

lators eine Leistung von 550 Kubikmeter Luft. Diese Beobachtung spricht also nicht zu Gunsten der Erwärmung des ausziehenden Luftstromes beim Vorhandensein von Ventilatoren[248]).

Als ein Hauptmotiv, welches die Engländer lange von der Benutzung der Ventilatoren abhielt, wurde das angegeben, dass man den Schacht mit dem ausziehenden Wetterstrome alsdann nicht zu anderen Zwecken benutzen könne, weil es für den Ventilator nothwendig ist, nur Schächte zum Ausziehen zu benutzen, welche einen völlig dichten Abschluss auf der Hängebank gestatten, während die Engländer in den mit Wetteröfen versehenen Schächten meistentheils auch die Förderung umgehen lassen. Um diesem Einwand gegen die Wettermaschine zu begegnen, hat Briart zu Mariémont in Belgien den Förderschacht mit einer Wetterklappe (clapet d'aërage)[249]) versehen, welche es gestattet, denselben trotz der in ihm stattfindenden Förderung zum Wetterschacht für einen Ventilator zu benutzen. Der obere Theil des Förderschachtes ist in einer Höhe, welche die Höhe des Förderkorbes wenig übersteigt, durch starke Jochhölzer in zwei Abtheilungen getheilt, welche in ihren Dimensionen nur so gross sind, dass der Förderkorb die Abtheilung nahezu dicht abschliesst, so dass, wenn mit dem Korbe auf der Hängebank manipulirt wird, der Eintritt der Luft in den Schacht fast vollständig abgeschlossen ist. Während der Bewegung der Förderkörbe sind beide Abtheilungen durch die Wetterklappe geschlossen. Dieselbe besteht in zwei aus Brettern zusammengesetzten Boden, zwischen denen sich eine eiserne Blechscheibe befindet, welche in der Mitte mit einer gusseisernen, durch beide Brettboden hindurchgehende Nabe armirt und dazu bestimmt ist, die Förderseile hindurchzulassen. Die Klappe gleitet mittelst Führung an der Schachtleitung auf und ab. Während der Förderung sind beide Schachtabtheilungen bedeckt; sobald der aufgehende Förderkorb zu Tage kommt, nimmt er die betreffende Klappe seines Fördertrums mit in die Höhe, während er selbst das Trum abschliesst, und lässt sie beim Niedergehen wieder fallen. Auf diese Weise ist der Förderschacht fast vollständig geschlossen und der Ventilator saugt die Grubenwetter ungestört unterhalb der armirten Schachtabtheilungen durch einen Seitenkanal an. — Eine ähnliche Einrichtung hatte man auf der Zeche Westfalia bei Dortmund getroffen. Der obere, über Tage befindliche Theil des Förderschachtes wurde wetterdicht verkleidet und jedes Schachttrum mit einem Deckel verschlossen, welche nur den Seilen einen Durchgang lassen, indem die Deckel mit Leder ausgefütterte Stopfbüchsen enthalten, durch welche die Seile gleiten; damit sich die Seilschwankungen auf den Deckel nicht übertragen und dadurch den Verschluss undicht machen, ist der Theil, in welchem sich die Seildurchlässe befinden, dem

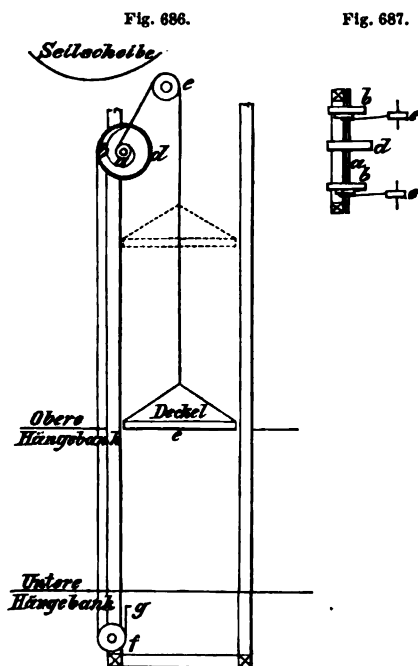
---

[248]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 385.

[249]) Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 45.

Hauptdeckel horizontal beweglich eingefügt, so dass er den seitlichen Schwankungen des Seils folgen kann. Der Deckel wird durch einen über dem Förderkorb am Seile befindlichen Knoten in die Höhe gehoben, indem er mit Schuhen an den Leitbäumen gleitet; während der Förderkorb über der Hängebank sich befindet, verschliesst dieser den Schacht, beim Niedergehen desselben bewegt sich auch der Deckel auf seinen Platz zurück. Da jeder Deckel 350 Kilogramm wiegt, können seine Bewegungen nur mit Stoss und Lärm erfolgen, weshalb man sein Gewicht durch Gegengewichte aus Panzerketten ausgeglichen hat[250]). Dennoch hat man die

Fig. 686. Fig. 687.



Erschütterungen, welche sich durch die heftigen Bewegungen auf das Förderseil und das Schachtgebäude, so wie auf die Deckel selbst geltend machten, dadurch nicht vermeiden können und hat deshalb später eine andere Abbalancirung der Deckel eingeführt[251]). Unter der Seilscheibe eines jeden Fördertrums liegt eine Achse a, Fig. 686, 687, welche 2 Spiralscheiben b trägt; ruht der Deckel auf der Hängebank bei c, so liegt das Seil, welches von dem Deckel über die Leitrolle e geführt ist, auf dem kleinsten Umfange der Spiralscheibe, wo selbst es befestigt ist; jeder

[250]) Glückauf. Essen 1877. No. 37. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 386.

[251]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 280.

Deckel wird durch 2 Seile mit 2 auf einer Achse befindlichen Spiralscheiben verbunden, so dass er durch das Aufwickeln der Seile auf die Spiralscheiben gehoben wird. Auf der Achse a sitzt ferner die Scheibe d, im Durchmesser der grössten Spirale, von welcher das Betriebsseil ausserhalb des Schachtgerüstes zur Rolle f geführt ist, von wo dasselbe wieder in den Schacht zur Angriffsklinke g gelangt; die letztere gleitet an der Schachtleitung auf und ab und wird von dem aufgehenden Förderkorb mit in die Höhe genommen. Hierdurch gelangt das Betriebsseil in eine von oben nach unten gehende Bewegung, wodurch eine Drehung der Achse a und der Spiralscheiben bb entsteht, so dass von den letzteren die Deckelseile aufgewickelt werden und der Deckel sich hebt. Beim Niedergange des Förderkorbes senkt sich der Deckel und die Klinke g zugleich mit und g kommt fast gleichzeitig in dem Moment in Ruhe, wo der Deckel bei c angelangt ist. Durch das Aufwickeln des Seils von der kleinsten zu den grösseren Spiralen ist der Aufgang des Deckels anfänglich langsam und steigert sich allmälig in seiner Geschwindigkeit; beim Niedergange ist es umgekehrt, so dass sich der Deckel ganz sanft ohne Stoss auf seinen Sitz auflegt. Die Hubhöhe der Deckel beträgt 5 Meter, wozu die Spiralscheiben 4 Umdrehungen zu machen haben; dieselbe Umdrehungszahl hat die Scheibe d und, da dieselbe 2 Meter Umfang hat, ergiebt sich eine Hubhöhe für g von 2 . 4 = 8 Meter. — Auf den Kohlengruben von Marles in Belgien wird der Abschluss durch einen thurmartigen hölzernen Aufbau bewirkt, welcher aus 4 Ecksäulen besteht, zwischen welche horizontale verdübelte Bohlen eingefügt sind; durch den Deckel sind die Förderseile hindurchgeführt. Um das Auf- und Abstossen der Förderwagen bewirken zu können, befinden sich in der Thurmwand luftdicht schliessende Thüren, welche geöffnet werden, sobald der Förderkorb auf der Hängebank angekommen ist und den Schacht abschliesst. Zur Beobachtung des Förderkorbes sind über den Thüren Fenster aus starkem Glas angebracht[252]). — Andere thurmartige Abschlüsse aus Holz, Eisenblech oder Mauerwerk finden sich in verschiedenen Variationen auf mehren belgischen Gruben[253]), auch auf dem Schacht vom Braam der Zeche Holland in Westfalen[254]), doch erscheint der oben beschriebene Deckelverschluss als die einfachste Einrichtung.

IV. Vergleichung von Wetteröfen und Wettermaschinen.

Bei der Vergleichung der Leistungen von Wetteröfen und Wettermaschinen kommen nur Steinkohlengruben in Betracht.

1. Wetteröfen kosten in der Anlage und Unterhaltung w[illegible], als Wettermaschinen, gestatten, obschon mit Einschränkungen, die Be-

[252]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 238.

[253]) Ebenda. S. 249. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 260.

[254]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 386.

nutzung des ausziehenden Schachtes, sind aber abhängig von dessen Trockenheitszustand, beim Vorhandensein schlagender Wetter können sie gefährlich werden und sind jedenfalls nach erfolgten Explosionen unzugänglich. Der Effect einer vorhandenen Rostfläche lässt sich nicht über ein bestimmtes Maximum steigern, und sehr starke Depressionen würden theils gar nicht, theils nur mit unverhältnissmässigem Aufwand an Brennmaterial erlangt werden können.

2. Wettermaschinen sind kostbar in der Anlage und Unterhaltung, sie versperren in der Regel den ausziehenden Schacht zu anderweitiger Benutzung. Sie sind aber unabhängig von der Feuchtigkeit im Schachte, ungefährlich beim Vorhandensein schlagender Wetter, bei richtiger Aufstellung vor Zerstörung durch Explosionen gesichert und dann im Stande schnell Hilfe zu schaffen, weil sie über Tage stehen und zugänzlich sind; nur nach Stillständen der Maschine, sie mögen auch nur von kurzer Dauer sein, muss man Vorsicht anwenden, damit man sich überzeugt, dass keine schlagenden Wetter sich angesammelt haben.

Einzelne der beschriebenen Maschinen sind auch geeignet zu grossen Depressionen; das anzusaugende Luftquantum hat man insofern in der Hand, als man es durch Vergrösserung der Dimensionen an der Maschine vermehren kann, wenn man nicht mehrere Apparate gleichzeitig aufstellen will. Nach Ponson erfolgt bei den Maschinen eine vortheilhaftere Benutzung des Brennmaterials, welchem Urtheile auch Cossmann[255]) beistimmt, der einen Ventilator von Fabry und einen 105 Meter unter Tage stehenden, mit einem 38 Meter hohen Wetterthurm versehenen Wetterofen zur Vergleichung gezogen hat.

Aus dem Gesagten folgt, dass man bei weiten Strecken und Schächten, wo der Wetterstrom geringen Widerstand findet, zweckmässig Wetteröfen anwendet, weshalb sich dieselben auf den englischen Steinkohlenbergwerken eingebürgert haben, während man bei den belgischen und diesen ähnlichen Verhältnissen vorzugsweise Wettermaschinen findet; dennoch hat man auch in England angefangen, den Grubenventilatoren mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden und denselben den Vorzug vor den Wetteröfen einzuräumen, so dass die Zahl der vorhandenen Ventilatoren bereits auf 250 angegeben wird, worunter neben der Wettermaschine von Strouvé in Süd-Wales hauptsächlich der Ventilator von Guibal, wie es heisst in 180 Exemplaren, vertreten ist[256]).

Die Ansicht, dass gut construirte, geringe Reparaturen veranlassende Ventilatoren den Wetteröfen vorzuziehen seien, verbreitet sich überall mehr und mehr. Wenn es auch richtig ist, dass von einer gewissen Tiefe der

[255]) Der Berggeist. Jhrg. 1860. S. 515.

[256]) The Mechanics' Magazine. Jhrg. 1868. S. 29. — The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 1002; Vol. 45. p. 1267; Vol. 46. p. 306. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 574.

Schächte an, welche von Havrez zu 585 Meter berechnet wird[257]), der Nutzeffect der Wetteröfen wegen der hohen Luftsäule über dem Rost grösser wird, als der des besten Ventilators, so bringen beim Vorhandensein von schlagenden Wettern die Wetteröfen vor und nach der Explosion so viel Gefahren mit sich, dass sie nach Möglichkeit vermieden werden sollten; denn wenn dem Ofenwärter die Gefahr einer Explosion durch Beobachtung des Barometers wirklich nahe tritt, so hat er die Speisung des Ofens nur mit völlig reiner Luft, also mit einem geringeren Quantum, als bis dahin, zu bewirken, er verringert also den Wetterzug und vergrössert die Gefahr vor den Arbeitspunkten. Ist aber eine Explosion eingetreten, so ist die Unterhaltung des Wetterofens meistentheils unmöglich gemacht, der Wetterstrom schlägt um, d. h. der mit brandigen Wettern erfüllte Luftstrom fliesst den Arbeitspunkten zu und zerstört die Leben, welche der unmittelbaren Explosion entgangen sind. — Eine Wettermaschine dagegen arbeitet dauernd gleichmässig fort, sie überwindet gleichsam alle Hindernisse in der Luftströmung, welche immer den ersten Anlass zu Explosionen geben; tritt aber eine Explosion wirklich ein, so beseitigt die Maschine durch ihren sofort wieder aufgenommenen oder gar nicht unterbrochenen Gang die Gefahren, welche die Explosionsgase mit sich bringen, indem der Wetterstrom seine ursprüngliche Richtung unverändert beibehält. Dabei ist es selbstverständlich von grösstem Vortheil, den Ventilatoren solche Constructionen und Dimensionen zu geben, dass für alle Fälle eine Reserve vorhanden ist, um den Wetterzug forciren zu können, oder auch für den Fall, dass eine Maschine schadhaft werden sollte, eine andere in Function treten zu lassen[258]). Wie die Gesetzgebung im Staate Pennsylvanien durch das Gesetz vom 3. März 1870 in Section VII. den Ventilatoren den Vorzug einräumt, wurde bereits oben S. 319 erwähnt[259]). Auch in Oesterreich[260]) ist man der Ansicht, dass wenigstens für Gruben, in denen schlagende Wetter in grösserer Menge auftreten, und bei ausgedehntem Betrieb die Ventilatoren den Wetteröfen vorzuziehen seien, welche bei mässig und gleichmässig auftretenden schlagenden Wettern und nicht sehr ausgebreiteten Grubenbauen anzuwenden sein dürften.

---

[257]) Havrez: Stand des englischen Steinkohlenbergbaues in berg- u. hüttenm. Zeitg. Leipzig 1869. S. 292.

[258]) Simmersbach: Die Verhütung von Unglücksfällen in Kohlengruben durch schlagende Wetter in Berggeist. Köln 1869. S. 435. — Entzündung schlagender Wetter auf englischen Steinkohlengruben in Glückauf. Essen 1869. No. 11. — The Mining Journal. London 1868. p. 313. 801. 803. 905. — The mechanical ventilation of mines in the Mechanics' Magazine. London. Vol. 89. p. 472; Vol. 91. p. 386.

[259]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

[260]) Jitschinsky: zur Wetterführung in mit schlagenden Wettern behafteten Kohlengruben in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Przibram, Leoben und Schemnitz f. d. Studienjahr 1868/69. Prag 1870. S. 198.

Auffallend ist es, dass die Resultate, welche die Commission zur Untersuchung der Wetterführung auf den wichtigsten westfälischen Steinkohlengruben gewonnen hat, zu Gunsten der Wetteröfen zu sprechen scheinen. Nach diesen Beobachtungen[361]), welche bei 21 Ventilatoren und bei 21 Wetteröfen in den Jahren 1862 bis 1871 angestellt sind, wurde ermittelt

im Durchschnitt bei den	Ventilatoren	Wetteröfen
das absolute Wetterquantum in der Minute	325,10 Kub.-Meter	580,20 Kub.-Meter
das Wetterquantum auf 1000 Waggons jährlicher Förderung .	14,23 „	30,10 „
desgl. auf den Kopf der ganzen Belegschaft	0,65 „	1,23 „
desgl. auf den Kopf der gleichzeitig in der Grube anwesenden Belegschaft	1,30 „	2,46 „

Diese Ergebnisse könnten zu dem Urtheile verleiten, dass allgemein die Wetteröfen eine grössere Leistungsfähigkeit, als die Ventilatoren, besitzen. Es ist aber in Erwägung zu ziehen, dass von den beobachteten Gruben der grösste Theil der mit Wetteröfen arbeitenden Gruben mit 2 Schächten versehen waren, zum Theil lediglich zur Wetterführung bestimmt, während der grösste Theil der Ventilatorgruben ein Trum der sonst zur Förderung und Wasserhaltung dienenden Schächte benutzte. Hierin allein muss schon der wesentliche Grund zum Herabdrücken der Leistungen der Ventilatoren gefunden werden. Im Allgemeinen wird man trotz der obigen Zahlen dabei stehen bleiben können, dass unter den oben angegebenen Verhältnissen die Ventilatoren vorzuziehen sind.

Eingehende Versuche auf den Gruben bei Polnisch-Ostrau haben ergeben, dass die Wetteröfen nicht unökonomisch arbeiten und unter Umständen, namentlich bei erheblichen Tiefen, sehr leistungsfähig sind, dass sie dagegen bei der Anwesenheit schlagender Wetter gefährlich, beim Betriebe unzuverlässig sind und im Momente der Gefahr keine Verstärkung des Effects zulassen; ferner dass der Ventilator von Guibal leistungsfähiger, als alle anderen erscheint, namentlich auch dem Ventilator von Rittinger überlegen ist, auch dass der Guibal'sche Ventilator günstiger wirkt bei geringeren Depressionen und grösseren Luftmengen, während der Ventilator von Rittinger bei hohen Depressionen relativ mehr leistet; endlich hat sich bei den Versuchen herausgestellt, dass der Körting'sche Exhaustor nur als Reserve und auch dann nur für geringe Luftmengen Beachtung verdient[362]).

---

[361]) Nonne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 59.
[362]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 287. 365.

V. Benutzung comprimirter Luft.

Pilling hat den Vorschlag gemacht und dafür ein Modell construirt[263]), um comprimirte Luft in die Grubenräume einzuführen und also durch die blasend eingeführten frischen Wetter jede Ansammlung schlechter Wetter zu verhüten. Pilling hat die Luftcompressionsmaschine mit 7 Cylindern construirt, deren Krummzapfen so gestellt sind, dass jede Unterbrechung des Luftstroms vermieden wird. Die angesaugte und comprimirte Luft wird in einem Regulator gesammelt und von hier aus durch Röhren in alle Theile der Grubenbaue nach Bedürfniss vertheilt, indem an jedem Betriebspunkte der Hahn der betreffenden Röhre mehr oder weniger geöffnet wird, um das benöthigte Wetterquantum abzugeben. Durch den Druck der comprimirten Luft sollen nicht nur frische Wetter in ausgiebiger Weise zugeführt und die schlechten in den ausziehenden Wetterstrom abgeleitet werden, man soll auch in die Lage versetzt werden, das bei Anwendung von Wetteröfen und saugenden Ventilatoren oft freiwillig, namentlich bei plötzlicher Erniedrigung des Barometerstandes, stattfindende Austreten schlagender Wetter glänzlich zu verhüten, indem die Wetter in der Grube ganz unabhängig von dem Wechsel der Luftspannung in der Atmosphäre erhalten werden. Es würde dies dem oben S. 311 erwähnten Vorschlage von Dr. Siemens entsprechen.

Wie die zum Betriebe von Arbeitsmaschinen in der Grube verwendete comprimirte Luft zur Wettererfrischung beiträgt, konnte früher schon mehrfach hervorgehoben werden. Dass gewöhnliche Luftcompressionsmaschinen zur Ventilirung der Betriebspunkte mit Erfolg angewendet werden, wird jetzt aus Westfalen mehrfach berichtet[264]). Auf dem Anhaltinischen Steinsalz- und Kalisalzbergwerk Leopoldshall bei Stassfurt hat man zur Ventilation zwei 70 Pferde kräftige Luftcompressionsmaschinen aus der Maschinenfabrik Humboldt bei Deutz über Tage aufgestellt und die von diesen angesaugte Luft zu den Abbaupunkten geleitet, konnte aber, namentlich in Rücksicht auf das bedeutende Anlagekapital und die hohen Betriebskosten, nur wenig befriedigende Resultate erzielen, indem die Ventilation eine gänzlich unzulängliche war, so dass man alsbald dazu übergehen musste, statt dessen einen Guibal'schen Ventilator aufzustellen, welcher den beabsichtigten Zweck vollkommen erreichte[265]). Dagegen wird von der Bockwa-Hohndorfer Schachtanlage bei Lichtenstein berichtet, dass mit

---

[263]) Der Berggeist. Köln 1873. S. 479. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 18. S. 48. — Der Civilingenieur. Bd. 20. Litteraturblatt. S. 70. — Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 477. — Glückauf. Essen 1876. No. 33. — Beuthener Zeitschr. 1876. S. 130.

[264]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 168.

[265]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 121.

einem verticalen nassen Luftcompressor von Tittel und Paschrie die Grubenräume völlig ventilirt, von schlagenden Wettern befreit und mit frischen Wettern versehen werden, auch die Temperatur von 30 auf 24 Grad R. herabgemindert wird[266]).

F. Wetterführung im Ganzen, Vertheilung der Wetter im Einzelnen.

I. Das Wetterquantum, welches eine Grube erhalten muss, lässt sich im Voraus nicht bestimmen, da viele Umstände hierauf einwirken, es bleibt dies also im Allgemeinen empirisch festzustellen. In Belgien nehmen die Ingenieure für Steinkohlengruben mit schlagenden Wettern auf den Kopf in der Sekunde 30 bis 60 Liter Luft als nöthig an, im Mittel also 45 Liter, dies macht also auf den Kopf in der Stunde 108 bis 216 Kubikmeter[267]); nach Weisbach[268]) athmet ein Mensch in der Stunde $^1/_2$ Kubikmeter Luft in gewöhnlichen Verhältnissen, dagegen in geschlossenen Räumen 6 bis 7 Kubikmeter, in Hospitälern sogar 60 Kubikmeter; Nöggerath berechnet zum Athmen eines Menschen und zum Brennen seiner Lampe in der Stunde 10 Kubikmeter. Für das Verbrennen von 1 Kilogramm Pulver haben die Ingenieure beim Tunnel am Mont Cenis 120 Kilogramme oder etwa 100 Kubikmeter Luft berechnet, aber 250 Kubikmeter empfohlen. Die belgische Annahme wird im Allgemeinen bei Steinkohlengruben mit schlagenden Wettern als eine ungefähre Basis dienen können.

Das Wetterquantum ist nach dem mehrerwähnten Gesetz über die Ventilation auf Bergwerken im Staate Pennsylvanien vom 3. März 1870 Section VII auf mindestens 1,6995 Kubikmeter in der Sekunde auf je 50 Mann der Belegschaft vorgeschrieben, was mit der in Belgien geltenden Annahme nahezu übereinstimmt[269]).

II. Für Tiefbaue sind mindestens zwei verschiedene Oeffnungen gegen die Tagesoberfläche nöthig, weil man zwei Luftsäulen haben muss, die nicht im Gleichgewicht sind, so dass durch das Streben nach Gleichgewicht der Wetterzug hergestellt wird. Deshalb muss bei Tiefbauen, abgesehen von anderen Ursachen, die Anbringung zweier Schächte als Regel angesehen werden, wie es das englische Gesetz vom 7. August 1862, 25.

---

[266]) Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königr. Sachsen auf das Jahr 1879. S. 129.

[267]) Im Berggeist. Jhrg. 1860. S. 515. — Ed. Jac. Nöggerath: über das in Bergwerken zur Ventilation erforderliche Luftquantum in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 217.

[268]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 985.

[269]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

a. 26 Vict. cap. 79.[270]) im Art. 3. ausdrücklich vorschreibt, während das allgemeine Berggesetz für die preuss. Staaten vom 24. Juni 1865 bedauerlicher Weise eine solche Bestimmung nicht trifft, obwohl der Entwurf zu diesem Gesetze dieselbe beabsichtigte; man überlässt es der Polizeiaufsicht, hierin die nöthigen Vorkehrungen zu treffen. Erst am 1. October 1881 ist durch das Oberbergamt zu Dortmund eine Polizeiverordnung erlassen, welche für die westfälischen Steinkohlengruben die Herstellung zweier fahrbarer Verbindungen der Grubenbaue mit der Tagesoberfläche obligatorisch vorschreibt[271]). So hat die k. k. Berghauptmannschacht zu Wien unterm 21. Juni 1877 für die Gruben ihres Bezirks, welche mit schlagenden Wettern behaftet sind oder deren Auftreten befürchten lassen, eine Verordnung erlassen, nach welcher solche Gruben mindestens mit zwei Tagesöffnungen in Verbindung stehen müssen[272]). Ob man mit zwei Schächten ausreicht, hängt von der Ausdehnung der Baue ab; es ist dabei gleichgiltig, ob man Zwillingsschächte, d. h. zwei neben einander liegende oder ausser dem Hauptschacht einen besonderen Wetterschacht anlegt; ein einzelner Schacht mit besonderem Wettertrum ist keinenfalls zu empfehlen und höchstens für den ersten Anfang zu billigen.

Das erwähnte Gesetz in Pennsylvanien ordnet das Vorhandensein zweier verschiedener Oeffnungen für jedes Bergwerk an, welche mindestens 47 Meter von einander entfernt liegen sollen.

Auch für die Querschnitte der Wetterwege werden Minimaldimensionen angeordnet, wie bereits oben S. 319 angegeben, wobei der Querschnitt für den ausziehenden Strom um 25 Procent grösser bestimmt ist, als für den einziehenden.

Die Querschnitte der Hauptwetterstrecken müssen mit denen der einfallenden und ausziehenden Schächte nahezu gleich sein, damit durch Contraction, beziehungsweise Ausdehnung des Wetterstromes nicht besondere Widerstände hervorgerufen werden, welche namentlich in engen ausziehenden Schächten entstehen, die man also möglichst vermeiden muss, was allerdings, ebenso wie bei den Strecken, nicht immer durchzuführen ist.

III. Es muss dafür Sorge getragen und beim Vorhandensein schlagender Wetter strikt durchgeführt werden, dass die einfallenden Wetter bis zum tiefsten Bau gelangen und von hier aus aufsteigend zurückgeführt werden. Dieser Grundsatz ist indess nur zu befolgen bei Gruben mit regelmässiger Sohlenbildung von Oben nach Unten, also bei Bauen auf geneigten Flötzen, in Mulden und Sätteln; dann aber ist die Sohlenbildung zugleich überaus nützlich für die Wetterführung. Die

---

[270]) Achenbach, das englische Gesetz vom 7. August 1872 in Zeitschr. f. Bergrecht von Brassert u. Achenbach. Jhrg. 1863. S. 145.

[271]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 A. S. 85. — Dr. Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bd. 23. S. 1.

[272]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 540.

Wettersohle wandert hierbei mit in die Tiefe, d. h. sobald der Abbau über einer oberen Sohle vollendet ist, wird diese die Wettersohle für die unterliegenden Baue; die tieferen Sohlen werden mittelst Durchhiebe mit der jedesmaligen Wettersohle in Verbindung gesetzt. Beim Vorhandensein schlagender Wetter und beim Abbau auf mehren Sohlen empfiehlt es sich durchaus, die verbrauchten Wetter direct in die Wettersohle und nicht durch die oberen Baue zu führen, damit im Falle einer Explosion nicht die Arbeiter in den darüber liegenden Sohlen durch die Nachschwaden gefährdet werden.

Für Stollnsohlen, welche nicht etwa einen höheren Stolln über sich haben, ist die Tagesoberfläche gleichsam Wettersohle, wobei die grössere Zahl von Luftschächten den Durchhieben von einer Sohle zur anderen entspricht; die gute Wetterführung über Stollnsohlen ist schwierig, weil sie zu sehr abhängig ist von dem Witterungszustande über Tage, namentlich aber ist das Uebergangsstadium auf Gruben, welche von dem Stollnbau zum Tiefbau übergehen, bei dem Ersatz der natürlichen Wetterlosung durch die künstliche unangenehm und giebt zuweilen zu bedenklichen Zuständen der Wetterführung Veranlassung.

Bei den Verhältnissen, wie sie im nördlichen England durch die flache Lagerung der Flötze gebildet sind, wo also eine Bildung von übereinander liegenden Sohlen nicht stattfindet, hat man den Grundsatz aufgestellt, dass die gebrauchten Wetter durch Strecken zurückgeführt werden, in welchen keine oder nur geringe Förderung umgeht, was man dadurch erreicht, dass man die Wetter durch die sogenannten crossings über gangbare Baue hinweg in die zur Abführung der Wetter bestimmten Strecken hineinführt.

IV. Theilung des Wetterstromes und Zuweisung eines besonderen Zweiges für jede Bauabtheilung, welches Verfahren dem anderen gegenüber steht, wobei der ganze Strom ungetheilt nach und nach in allen Abtheilungen circulirt, die letzte also bereits sehr verschlechterte Wetter erhält.

Zur theoretischen Betrachtung setze man 4 Strecken, beziehungsweise Abtheilungen von ganz gleicher Lage zu den Schächten, gleicher Länge L, gleichem Querschnitt, gleichem Perimeter P voraus, die ganze zugeführte Luftmenge sei Q. Der Widerstand durch Reibung, als Theil der Druckhöhe, ist im Allgemeinen

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot v^2$$

Bei der Theilung kommt auf jede Strecke ein Luftquantum $\frac{Q}{4}$ mit der Geschwindigkeit $\frac{Q}{4A}$, mithin ist die Druckhöhe für die Reibung in einer Strecke

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot \frac{Q^2}{16A^2}$$

und für alle 4 Strecken

$$4 \cdot \frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot \frac{Q^2}{16 A^2}$$

Ohne Theilung ist die Geschwindigkeit $\frac{Q}{A}$, die Länge 4 L, also die Druckhöhe für die Reibung

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot 4L \cdot \frac{Q^2}{A^2}$$

also im letzteren Falle 16 Mal grösser, als bei der Theilung, so dass der Wetterstrom ohne Theilung in seiner Intensität durch die Reibung beeinträchtigt wird. Aehnliches stellt sich auch für den Widerstand aus Verengungen heraus, der im Allgemeinen vom Quadrate der Geschwindigkeit abhängt. Hieraus folgt, dass sich bei einer Theilung des Stromes mit derselben motorischen Kraft mehr leisten lässt, weil die Widerstände geringer sind. Diese theoretische Betrachtung wird nahezu richtig sein, wenn die Theilung und Wiedervereinigung der Wetterzweige in der Nähe der Schächte geschieht, so dass die gemeinschaftlichen Wege, also auch die Widerstände darin, sehr gering im Vergleich zu den Strecken, in denen sich Zweige bewegen, sind.

Praktisch wird eine derartige Gleichmässigkeit der Abtheilungen sich niemals erreichen lassen, am meisten noch annähernd bei dem Abbau mittelst Pannel work; immerhin ist das theoretische Resultat wichtig und wird bestätigt durch directe Erfahrungen von Jochams an dem Fabry'schen Ventilator auf Schacht No. 5 der Grube Le Gouffre bei Châtelineau[273]), wo man 4 getrennte Abtheilungen mit besonderen Zweigen hatte und nach einander eine, zwei, drei der Hauptstrecken abschloss. Man hatte nämlich am Ventilator in der Minute.

bei 4 Zweigen	30,0	Umdrehungen
bei 3 Zweigen	35,2	Umdrehungen
bei 2 Zweigen	30,0	Umdrehungen
bei 1 Zweig	33,6	Umdrehungen

die erzeugten Depressionen verhalten sich wie

10 : 18 : 23 : 31,

die verwendeten motorischen Kräfte wie

10 : 17,7 : 19,1 : 27,4

die Luftmengen wie

10 : 9,0 : 8,8 : 7,5

Ausserdem bringt die Theilung den Nutzen, dass die in einer Bauabtheilung entwickelten Gase nicht in die anderen mitgeführt werden, beim Vorhandensein schlagender Wetter wird die Möglichkeit und die Folge von Explosionen beschränkt. Ausserdem vermindert sie die Ge-

---

[273]) Ponson a. a. O. t. II. 196. 239.

schwindigkeit des Wetterzuges angemessen, da bei einer Geschwindigkeit von über 0,628 bis 0,942 Meter in der Sekunde die Arbeiter belästigt werden und eine Geschwindigkeit von 1,569 Meter in der Sekunde schon hinreicht, um die Flamme der Sicherheitslampe durch das Drahtnetz zu schleudern; dies darf natürlich nicht abhalten in den Hauptstrecken grössere Geschwindigkeit zu geben, wo man aber besondere Vorsichtsmassregeln wegen der Beleuchtung und der fahrenden Mannschaft anwenden muss. Anderentheils darf, namentlich beim Vorhandensein schlagender Wetter, die Theilung nicht zu weit gehen, damit der Wetterstrom genug Kraft behält, die Gase mit der frischen Luft zu vermengen und so unschädlich zu machen.

Mit vollem Bewusstsein ist die Theilung wohl zuerst bei dem Bau mittelst Pannel work durchgeführt worden (Splitting of the Air); mehr von selbst ist sie entstanden beim gleichzeitigen Abbau mehrerer geneigter Flötze, wo sie indess jetzt auch einer bestimmten Regelmässigkeit unterworfen ist.

Da der Hauptwetterstrom für sich allein nicht genügt eine beständige lebhafte Luftzuführung bis unmittelbar vor die Arbeitsorte zu bewirken, was durchaus nothwendig ist, um die bei der Gewinnung aus der Kohle austretenden Gase sofort unter lebhafter Bewegung mit der reinen Luft zu mengen und fortzuführen und ihnen keine Zeit zur Ansammlung zu belassen, hat Oberbergrath Foerster in Zaukeroda, Mitglied der sächsischen Wettercommission, in einem Vortrage die Frage der Separatventilation der von dem Hauptwetterstrom abseits gelegenen Betriebspunkte erörtert[274]). Derselbe schlägt vor, sie dadurch zu bewirken, dass man unabhängig vom Hauptwetterstrom von Tage oder von einem wetterfrischen Orte her in Röhrenleitungen einen besonderen Luftstrom durch die Grube leitet und an den benöthigten Betriebspunkten austreten lässt. Durch den Austritt des von allen störenden Einflüssen unabhängigen und deshalb gleichmässig wirkenden Luftstroms wird ein Wirbel vor Ort erzeugt, wodurch die austretenden Gase sofort mit der Luft gemengt und fortgeführt werden. Der blasende Strom soll von dem Hauptventilator oder durch einen besonderen Ventilator, wozu sich der Apparat von Koerting eignet, oder durch einen Luftcompressor in die Röhrenleitung gedrückt werden, über deren Wahl die Kosten entscheiden.

V. Die Mittel, die Theilung zu bewirken, bestehen immer in einer Verengung des Querschnitts, den man bewirkt:

entweder durch Zusammenziehen der Streckenstösse, was aber nicht immer, ohne Störung für die Förderung herbeizuführen, ausführbar ist,

oder durch Wetterthüren, welche die Streckenhöhe nicht ganz ausfüllen oder mit Schiebern versehen sind[275]).

---

[274]) Foerster im Jahrb. f. d. B.- u. H.-Wesen im Königr. Sachsen auf das Jahr 1882. I. S. 1.

[275]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 46.

Diese Wetterthüren verhindern die Förderung und werden deshalb, wenn regelmässige Sohlenbildung vorhanden ist, auf der Wettersohle aufgestellt.

VI. Der Wetterzug, wenn er sich selbst überlassen bleibt, schlägt denjenigen Weg ein, welcher ihm den kürzesten Widerstand bietet, es muss deshalb eine Regulirung des Wetterstromes eintreten[276]). Dies erfolgt durch verschiedene Mittel.

a. Wetterblenden und Wetterdämme. Dieselben schliessen dicht ab und werden meistentheils zum Verschliessen entbehrlich gewordener Durchhiebe des alten Mannes angewendet, in diesem Falle sind gemauerte Dämme (stoppings) besser, als hölzerne Verschläge und überhaupt bei grossem Querschnitt vorzuziehen, besonders, wenn sie definitiv stehen bleiben sollen. Man macht sie auf der Grube Pelton beispielsweise aus Bruchsteinen 1,25 Meter dick, aus Ziegelsteinen 0,471 Meter oder 2 Stein stark und nimmt als Bindemittel Lehm, mit dem sie auch noch stark bestrichen werden.

Auf die Herstellung der Wetterdämme, namentlich wenn sie zum Abschluss des alten Mannes dienen, muss besondere und wohl grössere Aufmerksamkeit, als bisher geschehen, verwendet werden; es wird empfohlen[277]), die den offenen Bauen zugekehrte Seite des Dammes mit einer Asphaltschicht zu überziehen, um das Heraustreten der hinter den Dämmen befindlichen schädlichen Gase völlig zu verhindern.

Wetterprellen, welche nicht den ganzen Raum ausfüllen, sind gleichsam nur Schirme in Fahrschächten und Strecken, um die zu grosse Geschwindigkeit der Wetter zu brechen.

b. Wetterthüren. Dieselben müssen in Hauptstrecken stets doppelt, selbst dreifach angebracht werden, damit, wenn die eine Thür geöffnet ist, dem Wetterstrome nicht sofort eine andere Richtung gegeben wird. Man hat Hauptwetterthüren (main doors), wenn sie den ein- und ausziehenden Schacht von einander trennen, dieselben sind dann mit Schlössern zu versehen, damit ihr unzeitiges Oeffnen unmöglich gemacht wird; die gewöhnlichen Wetterthüren (trap doors) stehen in Strecken, in denen Förderung umgeht. Bei grossen Querschnitten macht man die Thüren zweiflügelig; sie schlagen an starken, etwas geneigten Rahmen an und sind mit Gegengewichten versehen, damit sie sich nach dem Oeffnen von selbst wieder schliessen, wenn man es bei starker Förderung nicht vorzieht, besondere Arbeiter (trappers) zum Oeffnen und Schliessen anzustellen. Der Raum zwischen zwei zusammengehörigen Thüren, welcher eine Art Luftschleuse bildet, muss dem Bedürfnisse der Förderung entsprechend gross genommen werden, die eine der Thüren muss stets beim Oeffnen der anderen geschlossen bleiben.

---

[276]) Ebenda. S. 47.

[277]) Simmersbach im Berggeist a. a. O. S. 436.

Man hat selbstthätige, durch den Anstoss der Förderwagen sich öffnende und schliessende, nach beiden Seiten ausschlagende Thüren construirt, wie z. B. auf den Gruben der Dundyvan Iron Company bei Glasgow[278]), doch ist diese Einrichtung nicht recht praktisch. Denselben Zweck verfolgen zweiflügelige Thüren mit schräg gestellten Achsen, welche innerhalb des Rahmens angebracht sind, abgerundete Kanten haben, nach beiden Seiten aufschlagen, von selbst in ihre Lage zurückkehren, aber nie dicht schliessen.

Auf der Steinkohlengrube ver. Henriette hat man ein- und zweiflügelige, selbstschliessende Wetterthüren ausgeführt, welche sich gut bewähren sollen[279]). Die einfache Thür hängt nicht in Angeln, sondern an einer senkrechten Achse, welche oben und unten mit einem eisernen Zapfen versehen ist und sich mit diesen dreht. Auf dem oberen Zapfen sitzt eine horizontale Rolle, auf deren ausgekehlter Peripherie eine Kette befestigt ist, welche von der Rolle aus an der Firste nach dem den Thüranschlag bildenden gegenüberliegenden Thürstock und über eine an diesem befestigte kleine senkrechte Rolle geht, unterhalb welcher sie durch ein angehängtes Gegengewicht in Spannung erhalten wird. Beim Oeffnen der Thür wird die Kette auf der horizontalen Rolle aufgewickelt und dadurch das Gewicht gehoben; nach erfolgtem Durchgang sinkt dasselbe wieder und schliesst die Thür. — Bei der Doppelthür sitzen beide Flügel an einer in der Mitte der Strecke stehenden senkrechten Achse, so dass bei Oeffnung des einen Flügels der andere sich zugleich nach der entgegengesetzten Seite öffnet. Auf der horizontalen Scheibe am oberen Zapfen sitzen zwei Ketten, von denen die eine nach dem rechten, die andere nach dem linken Stoss führt und durch Gegengewichte angespannt werden, welche sich beim Oeffnen der Thür heben und durch ihr Sinken die Thür wieder schliessen. Die Doppelthür schliesst leichter und schneller, als die einfache, weil beide Gegengewichte auf die Schliessung wirken.

In der Fabrik von Dinnendahl in Huttrop bei Steele in Westfalen werden eiserne Wetterthüren angefertigt, von denen auf westfälischen Gruben Anwendung gemacht wird. Der Rahmen ist aus Winkeleisen gefertigt und an der Firste halbkreisförmig gebogen; die Thür ist aus Eisenblech und hängt mittelst kräftiger angenieteter Krampen in Angeln, welche an dem Rahmen befestigt sind. Eine Thür von 1,412 Meter Höhe wiegt ca. 225 Kilogramme.

c. Wettervorhänge statt der Thüren sind nur anwendbar in rasch vorschreitenden Abbaustrecken, weil sie nicht dicht schliessen, auch von starkem Zuge aufgeweht werden. In England wendet man hierzu getheerte Leinewand an, auch auf den Gruben bei Saarbrücken bedient man sich

---

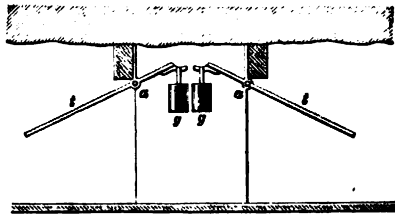
[278]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 48.

[279]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 87. — Glückauf. Essen 1869. No. 33.

der Leinewand, scheut aber das Theeren, weil es durch seinen Geruch die Wahrnehmung der ähnlich riechenden Gase aus den Brandfeldern verhindert; man spannt die Leinewand entweder über Rahmen, wenn sie nicht oft geöffnet werden müssen, oder zieht sie durch eine unten angebrachte Leiste straff an oder richtet sie zum Aufziehen, wie ein Rouleaux ein. Sie sind billiger, als hölzerne Thüren, dauern bei der Förderung länger, müssen aber öfter getrocknet werden, weil sie leicht Feuchtigkeit anziehen und dann faulen.

d. Rettungsthüren (portes de sauvetage[280]) sind von Buddle für den Fall von Explosionen angeordnet, um die Verbrennungsgase abzuhalten und dem Wetterstrom alsbald seine ursprüngliche Richtung wiederzugeben. Sie liegen zwischen zwei Hauptthüren in Vertiefungen der Firste, in welche auch der Rahmen zurücktritt, damit er von der Wirkung der

Fig. 688.



Explosion nicht getroffen werden kann. Entweder ist die Thür an Angeln drehbar aufgehängt und ruht an der entgegengesetzten Seite auf einem Haken, auf welchen der Stoss der Explosion wirkt, so dass sich die Thür loslöst und herunterklappt, oder sie ist durch einen Riegel festgehalten, welcher durch heraneilende Mannschaft gelöst werden muss.

Zur Localisirung der Gasexplosionen sind zu St. Etienne[281]) in der Communicationsstrecke zweier benachbarter Grubenabtheilungen zwei je um eine horizontale Achse aa, Fig. 688, nach entgegengesetzter Richtung schliessbare Thüren so angebracht, dass bei einer etwaigen Explosion in der einen Grubenabtheilung die derselben zugekehrte Thür in Folge der heftigen Gasströmung zugeschlagen wird, wodurch die Verbindung beider Grubenabtheilungen aufgehoben ist. Die Thüren werden durch die Gegengewichte gg in einer gegen die offene Strecke etwas geneigten Stellung erhalten.

VII. Für die Wetterlosung in Grubenbauen, welche nur mit einer Oeffnung an die Tagesoberfläche oder an die Wetter führenden Strecken stossen, ebenso für die directe Bestreichung der Ortsbetriebe bei Pfeilerbau und ähnlichen Abbaumethoden ist stets Princip, zwei getrennte Luftmassen zu bilden.

---

280) Combes a. a. O. t. II. p. 543. — Ponson a. a. O. t. II. p. 312.

281) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 364.

a. Am einfachsten bleibt es, zwei parallele Strecken zu Felde gehen zu lassen, welche von Zeit zu Zeit durch Durchhiebe verbunden werden, wodurch man freilich noch kein Bestreichen des Ortspunktes mit frischen Wettern erreicht. Wenn die Führung einer Parallelstrecke nicht möglich ist, so bildet man die zweite Luftsäule durch Wetterlutten oder Wetterscheider.

b. Wetterlutten sind aus Brettern zusammengenagelt, die Fugen werden auch wohl noch verdichtet; die Verbindung zweier Luttenenden erfolgt entweder durch Einschnäuzen der einen in die andere oder durch überzogene hölzerne Muffen; die hölzernen Lutten gewähren dem Wetterstrome zu viel Reibung, auch schadet der quadratische Querschnitt, indem sich in den Ecken ein schädlicher Raum bildet, sie verderben schnell und müssen häufig ausgewechselt werden, auch bewirken die Astlöcher eine widersinnige Bewegung des Luftstromes. Deshalb wendet man besser metallene Lutten von rundem Querschnitt an. Man hat gusseiserne Röhren versucht, doch dieselben zu theuer gefunden, ferner Röhren von gefirnisstem oder verzinntem Eisenblech, in Schemnitz in Ungarn kupferne, mit Oelfarbe angestrichene Röhren, die aber gleichfalls zu theuer waren; Bleiröhren empfehlen sich nicht, weil sie zu leicht zerdrückbar sind. Den meisten Eingang haben sich Lutten aus Zinkblech verschafft[282]); am Harz glaubt man unter Anwendung des Wettersatzes mit Hilfe von 157 Millimeter weiten Zinklutten die Wetter auf 4000 Meter führen zu können, während man mit hölzernen und eisernen Lutten nicht weiter als 1200 Meter kam[283]). Die Verbindung zweier Zinkröhren geschieht durch Ineinanderstecken, worauf bei der Fabrikation Rücksicht zu nehmen ist; zur besseren Dichtung verschmiert man die Fuge mit einem Kitt aus 1 Volumen an der Luft zerfallenen Kalk und $^1/_2$ Volumen Steinkohlentheer mit etwas Pech oder besser aus Leinöl, Kalk und Hanf. Die Dicke des Zinkbleches richtet sich nach dem Durchmesser der Lutten, für 157 Millimeter Weite nimmt man $1^2/_3$ Millimeter Stärke. Auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken[284]) wurden die Fugen der ineinander gesteckten Zinklutten mit einer engschliessenden Gummimuffe überzogen, deren beide Enden noch durch je einen umgelegten Draht fest an die Lutte gedrückt werden. Die Gummimuffe gestattet, dass man den Luttenstrang ohne Anwendung von Krümmern leicht um eine grössere Curve legen kann, ohne den dichten Verschluss zu beeinträchtigen.

Ein Beispiel von der Wirksamkeit der Zinklutten für die Belebung des Wetterstromes wird von der Steinkohlengrube Dahlbusch in Westfalen berichtet[285]), wo man statt eines Wettertrums von 0,8865 Quadratmeter

---

[282]) Plümike: über Wetterlutten von Brett und Wetterröhren von Zinkblech im Bergwerksfreund Jahrg. 1846. Bd. 10. S. 1.

[283]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 107.

[284]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 114.

[285]) Hauchecorne a. a. O. S. 86. — Glückauf. Essen 1869. No. 33. — Berggeist. Köln 1869. S. 304.

eine Zinkluttentour von 523 Millimeter einbaute. Die Zinkröhren haben eine Länge von 2,825 Meter, eine Wandstärke von $1^2/_3$ Millimeter mit Muffenverbindung, welche durch eine fingerdicke, mit Mennige und Leinöl getränkte Hanfschnur gedichtet wird. Der laufende Fuss Lutte wiegt $5^1/_2$ Kilogramme und kostet 4,35 Mark. Zur Ventilation dient ein Fabry'scher Ventilator, mit welchem die Röhrentour — wie früher auch das Wettertrum — verbunden ist. Die ganze Länge der Röhrentour beträgt 132 Meter. Nach den angestellten Versuchen hatte man vor dem Einbau der Zinklutten:

im Kanal Flötz V mit Querschnitt von 0,985 Quadratmeter Geschwindigkeit der Wetter von 0,418 Meter;

im Kanal Flötz VIII mit Querschnitt von 1,034 Quadratmeter Geschwindigkeit der Wetter von 0,628 Meter, Wetterquantum in der Sekunde 1,060 Kubikmeter;

nach dem Einbau der Zinklutten:

im Kanal Flötz V Geschwindigkeit der Wetter von 1,569 Meter,

im Kanal Flötz VIII Geschwindigkeit der Wetter von 1,412 Meter, Wetterquantum in der Sekunde 2,973 Kubikmeter.

Bei ca. 20 Umdrehungen des Ventilators in der Minute hatte man einen Effect von ca. 9,275 Kubikmeter Luft auf jede Umdrehung, also 185 Kubikmeter in der Minute und eine Geschwindigkeit von 13,809 Meter in der Sekunde, dabei war die Depression 52 Millimeter Wassersäule, welche bei 24 bis 25 Umdrehungen des Ventilators auf 78 Millimeter stieg. Schaltet man den Ventilator aus und verbindet die Röhrentour mit dem Maschinenschornstein, so schwankt die Depression zwischen $6^1/_2$ und $9^3/_4$ Millimeter, die Luftgeschwindigkeit sinkt auf 9,416 Meter in der Sekunde und das ausströmende Wetterquantum auf 117 Kubikmeter in der Minute.

Ferner hat man inwendig glasirte Thonröhren, Röhren von gefirnisster Pappe (Steinpappe) angewendet; die ersteren sind zu leicht der Zerstörung ausgesetzt, die anderen widerstehen der Feuchtigkeit nicht, welches Hinderniss durch die jetzt aufgekommenen Asphaltröhren, welche auf westfälischen und rheinischen Gruben Eingang gefunden haben, beseitigt sein möchte, obwohl auf schlesischen Gruben die Resultate mit diesen Röhren nicht günstig ausgefallen sind, während dieselben auf österreichischen Gruben mit gutem Erfolge Anwendung gefunden haben[286]). Ungetheerte Leinewandschläuche hat man in Mexico benutzt, indem man sie auf Reifen gespannt hat, sie sind gut anwendbar, wo man einen starken Wetterstrom theilweise ablenken will.

Auf einigen Steinkohlengruben in der Nähe von Waldenburg hat man Wetterlutten aus verzinntem oder verbleitem Eisenblech in Gebrauch genommen und dieselben trotz ihres höheren Preises insofern bewährt gefunden, als sie eine bedeutend grössere Widerstandsfähigkeit gegen äussere

---

[286]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 10.

Beschädigungen, als Zinklutten, gezeigt haben[287]). Auch in Westfalen haben dieselben vielfach Anwendung gefunden[288]). Auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken[289]) hat man verzinktes Eisenblech zu einem Luttenstrang im Schachte verwendet. Die einzelnen Röhren erhalten Flantschen a a, Fig. 689, welche mit versenkten Nieten angenietet sind; die einzelnen Lutten werden in einander gesteckt, zwischen die Flantschen ein Gummiring b gelegt und beide Lutten durch den Haken c mittelst der Schraubenmutter d gegeneinander gedrückt.

Der Erbstolln von Bleiberg in Kärnthen drohte eingestellt werden zu müssen, da das bei 1050 Meter anstehende Ort durch die vorhandene höl-

Fig. 689.

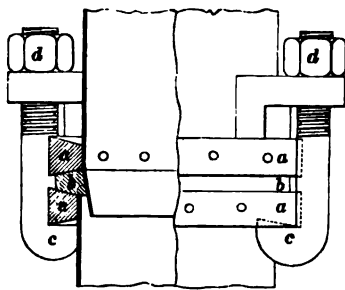
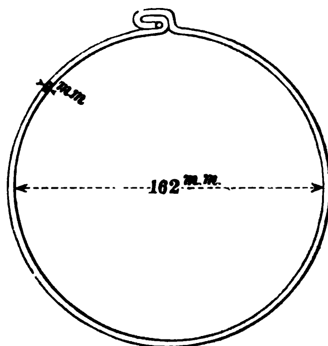


Fig. 690.



zerne Wetterlutte keine ausreichenden Wetter mehr empfing[290]). Man entschloss sich zur Anlage einer Luttentour aus Bleiblechen, welche den Vortheil gewähren, dass das Material nach dem Abwerfen der Röhrentour direkt oder durch Einschmelzen wieder verwendbar ist; dem Einwande der leichten Zerstörbarkeit der Bleiröhren ist man hier nicht begegnet. Die einzelnen Röhren wurden 4 Meter lang genommen und über einen 162 Millimeter starken Holzcylinder aufgewickelt; die Blechtafeln waren 4 Meter lang, 540 Millimeter breit und 3 Millimeter stark. Die Ränder der Blechtafel wurden, wie Fig. 690 zeigt, in einander gebogen, indem zur besseren Dichtung eine Hanfschnur a eingefügt und die ganze Naht durch eine heisse Mischung von Unschlitt und Colophonium vergossen wurde. Die Bleiröhren wurden auf Spreizen, welche in 1,5 Meter Entfernung angebracht waren und sich als genügend erwiesen, verlagert, und die Verbindungen der einzelnen Röhren durch übergezogene Gummimuffen von

[287]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 384.
[288]) Ebenda. Bd. 25 B. S. 240.
[289]) Ebenda. Bd. 23 B. S. 114.
[290]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 330. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 347.

70 Millimeter Länge, 3 Millimeter Dicke und 162 Millimeter innerem Durchmesser hergestellt. Mit diesen Lutten wurde ein lebhafter Wetterwechsel erreicht und ging die Arbeit fortan leicht von Statten, so dass der beabsichtigte Durchschlag mit dem vorliegenden Schachte bald erreicht wurde.

Die Lutten müssen überall so angebracht werden, dass sie sicher vor Erschütterungen und Stössen sind; von Zinklutten muss man Eisen fern halten, um ein Oxydiren zu vermeiden; wenn man sie daher in Drahtschlingen aufhängt, muss man an den Berührungsstellen hölzerne Klötzchen unterschieben. Wo ein natürlicher Wetterstrom von den Lutten aufgenommen werden soll, muss man ihre Mündung trichterförmig erweitern.

c. Wetterscheider werden je nach der Art der Baue verschieden angebracht.

1. In Strecken sind sie bald horizontal als verdecktes Tragewerk auf der Sohle, selten als Firstenverschlag, bald vertical als Streckenscheider vorhanden; erstere wendet man in engen Strecken von grösserer Höhe an; letztere in weiten Strecken mit seigeren oder nahe seigeren Stössen. Bei der Anbringung muss man Rücksicht darauf nehmen, wie der Zug gehen soll, also auf die Ursachen, welche auf die Richtung des Stromes Einfluss haben.

Für die horizontalen Scheider bedient man sich der Zimmerung, welche mit klaren Bergen überstürzt wird, selten der Gewölbemauerung, welche höchstens aus anderen Gründen veranlasst sein kann; für die verticalen Scheider benutzt man gleichfalls Holz oder Fachwerksmauerung aus auf die hohe Kante gestellten Ziegeln, was man in Westfalen häufig in doppeltspurigen Querschlägen findet; auf den Gruben bei Saarbrücken benagelt man neuerdings ein Holzgerippe aus 105 Millimeter starkem Quadratholz mit Segelleinewand, welche in Wasserglas getränkt ist[291]); die Ausführung eines solchen Scheiders geht schnell von Statten, sie ist zwar theurer, als Zimmerung, aber billiger als Mauerung, welche am meisten Zeit verlangt. Auch auf den Gruben bei Aachen hat sich besonders präparirtes Segeltuch als provisorische Wetterscheider vorzüglich bewährt. Auf den Saarbrücker Gruben hat man die Beobachtung gemacht, dass die Flachs-, Hanf- und besonders die Jutefaser der wechselnden Temperatur und dem veränderlichen Feuchtigkeitsgrade der Grubenluft nicht lange genug widerstehen; man hat deshalb einen Baumwollenstoff, welcher in Mühlhausen im Elsass in allen Längen und einer Breite von 2 Meter gefertigt wird, in Verwendung genommen und hofft dessen längere Dauer, zumal er auch billiger, als Segelleinen ist[292]).

2. In Schächten kann man Fachwerkscheider nicht gut anbringen, weil sie den Erschütterungen nicht genugsam widerstehen, gemauerte Scheider nehmen zu viel Raum fort, deshalb bedient man sich der ganz aus Brettern

---

[291]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9 A. S. 188.

[292]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 385.

gefertigten Scheider, deren Fugen man zur besseren Dichtung mit Latten benagelt[293]). Eine solche Einrichtung darf nie dauernd sein und höchstens nur während des Abteufens und der ersten Zeit der Inangriffnahme benutzt werden; jedenfalls muss man die Scheider gegen das Eindrücken bei Benutzung kräftiger Ventilatoren schützen.

In Betreff der Benutzung der Schachttrüme zum Wetterwechsel hat man zu beachten, dass, wo möglich, der Fahrschacht immer frische Wetter erhält, andrerseits muss man da, wo künstlicher Wetterzug stattfindet, danach streben, die Wetter im Pumpenschacht einfallen zu lassen.

G. Beleuchtung der Gruben.[294])

Die Regel in Betreff der Beleuchtung der Gruben ist die, dass die Mannschaften selbst den Leuchtapparat bei sich führen, die Ausnahme hingegen, dass eine stationäre Beleuchtung der Füllörter, langer Förderstrecken u. dgl. m. hergestellt wird.

I. Tragbare Beleuchtungsmittel.

Die von den Bergleuten geführten Beleuchtungsmittel sind nach den verschiedenen Localitäten sehr verschieden, man hat Kienspäne, Fackeln, gewöhnliche Lichter, offen und in Laternen, meistentheils Lampen von mannigfacher Construction. Als Brennmaterial in den Lampen benutzt man Thran, welcher die Wetter sehr verdirbt, gewöhnlich Rüböl, in neuerer Zeit Hydrocarbüre, wie Solaröl, Photogen[295]), welche zwar billiger als Rüböl, jedoch nur bei guten Wettern und nicht zu starkem Zuge brauchbar sind, da sonst starkes Russen und Verderben der Wetter eintritt. Auf den Gruben des Comstockganges in Nordamerika werden Stearinkerzen (candles) gebrannt[296]).

An Stelle des auf den österreichischen Steinsalzgruben zu Bochnia und Wieliczka zur Beleuchtung verwendeten Unschlitts hat man Paraffin einzuführen versucht[297]), welches billiger als Unschlitt ist und von welchem bei gleich grosser Flamme 1 Pfund um 2 Stunden länger brennt, als 1 Pfund Unschlitt, dabei ein helleres, reineres Licht hat und von Mäusen und Ratten nicht beschädigt wird. Dagegen hat das Paraffin den erheblichen Nachtheil, dass das Licht leicht verlischt und deshalb bei der Streckenförderung und an Orten, wo ein starker Luftzug stattfindet, nicht verwendbar ist.

[293]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 321.
[294]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 281.
[295]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8 A. S. 195.
[296]) Althans in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 53.
[297]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 101. 185. 265.

Vielfach hat man auch Versuche gemacht, bei den tragbaren Lampen Petroleum zu verwenden[298]). Es hat sich aber herausgestellt, dass dieses Beleuchtungsmaterial bei Anwendung der bisher gebräuchlichen Lampen nur in guter, reiner, trockener und ruhiger Luft benutzbar ist; in matten Wettern brennt das Petroleum zwar lange, russt jedoch in einer den Arbeiter sehr belästigenden Weise. Um den nothwendigen Luftzug zur Flamme zu bringen und ein ruhiges, hellleuchtendes Licht zu erzeugen, muss man Lampen mit Cylindern anwenden; diese werden aber selbst bei geringem Wetterzug stark angerusst und vermindern dadurch die Leuchtkraft, bei stärkerem Zug erlischt sogar die Flamme, ausserdem zerspringen die Cylinder sehr häufig, wodurch der Effect des billigeren Beleuchtungsmaterials sehr beeinträchtigt wird, auch ist in Steinsalzgruben die Verunreinigung des Salzes mit den Cylinderbruchstücken bedenklich. Würde man eine geeignete Lampe für Petroleum zum Gebrauch in der Grube construiren können, so würde man im Petroleum das billigste Material gefunden haben. Dieser Aufgabe hat sich Pischof zu Hrastnigg in Steiermark zu unterziehen versucht[299]). Nach dem Erfinder soll constatirt sein, dass die Lampe in wetterarmen oder durch Brandgase verunreinigten Orten vorzügliche Dienste leiste, weil das Petroleum an solchen Orten viel länger und besser, als Rüböl brennt, also noch brennt, wenn Oellichter verlöschen. Um in solchen Fällen den Rauch der Flamme zu vermeiden, ist ein Rauchbrenner zum Auf- und Abnehmen angebracht, wodurch ein völlig rauchfreies Licht erzielt worden sein soll. Die Lampe ist aus Eisenblech sehr stark angefertigt und soll von langer Haltbarkeit sein. Nach Versuchen, welche zu Przibram angestellt sind, giebt die Lampe kein hinreichendes Licht, weil die Flamme zur Vermeidung des Russens sehr klein gehalten werden muss, womit der andere Uebelstand verbunden ist, dass sie bei einer nur mässig schnellen Bewegung oder bei einer Lufterschütterung, wie beim Schiessen leicht und oft verlischt. Ohne Rauchbrenner war bei diesen Versuchen das Licht matt, russig, übelriechend, verursachte Kopfschmerzen und reizte zum Husten. Auch mit dem Rauchbrenner gab die Lampe kein besseres Licht, als die Oellampe und verlöschte bei der geringsten Bewegung. Ausserdem ist die Lampe für die Arbeiter vor Ort ihrer Grösse und Schwere wegen wenig geeignet, so dass trotz der grösseren Billigkeit des Petroleums der Lampe mit Rüböl der entschiedene Vorzug eingeräumt worden ist. Ganz dieselben Erfahrungen hat man bei Versuchen auf der Königsgrube in Oberschlesien gemacht[300]). Die Verbesserungen, welche Neusser[301]) angegeben hat, um eine Lampe für Petroleum zu construiren, namentlich Anbringung eines Glascylinders, Verwendung runder

---

[298]) Ebenda.

[299]) Ebenda. S. 199. 273. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 20. 253.

[300]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 383.

[301]) Oesterr. Zeitschr. a. a. O. S. 324.

Brenner zur Bewirkung eines doppelten Luftzutritts, sind nicht geeignet, der Lampe grössere Brauchbarkeit bei der beweglichen Beleuchtung in der Grube zu gewähren. Heller sollen die gewöhnlichen Lampen in matten Wettern brennen, wenn zum Oel zur Hälfte Petroleum hinzugefügt wird, wie man sich auf westfälischen Gruben überzeugt haben will[302]).

Wie mit dem Petroleum sind auch die mit dem Petroleumäther (Ligroine) auf den Gruben im Mansfeldischen angestellten Versuche ausgefallen[303]). Der Aether findet sich in der Lampe von einem Docht aufgesaugt und speist durch seine Verflüchtigung die Flamme. Auch hier ist die Flamme gegen jeden Luftzug empfindlich und verlöscht sehr leicht, ausserdem aber erwärmt bei jeder Bewegung die Lampe selbst leicht, wodurch die Verflüchtigung zu rasch vor sich geht und leicht Explosionen veranlasst werden können, weshalb die Lampe ausgelöscht werden muss.

Zur Feststellung des Werthes der Beleuchtungsmaterialien sind Versuche angestellt worden und Vorrichtungen hierzu angegeben[304]). Auf einen Tisch, welcher in der Mittellinie mit einem Maassstabe versehen ist, wird eine Tafel, welche mit weissem, ungeglättetem Papier überzogen ist, senkrecht aufgestellt; vor diese Tafel und deren Mittellinie entsprechend wird 52 Millimeter abstehend ein $4^1/_3$ Millimeter starker, runder, rechtwinkelig gebogener Eisenstab, welcher durch Ueberhalten über eine Lampe mattschwarz angelaufen ist, in ein in den Tisch gebohrtes Loch gesteckt, welches sich auf dem Nullpunkt der Eintheilung befindet. Gegenüber stellt man die Lampe oder Kerze, deren Leuchtkraft man untersuchen will und verrückt dieselbe so weit nach dem entgegengesetzten Ende, bis der Schatten der Stabes auf der Papierplatte eine bestimmte Intensität hat. Da die Intensität des Lichtes im quadratischen Verhältniss zur Entfernung steht und der dunkelere Schatten dem stärkeren Lichte entspricht, so steht die Leuchtkraft zweier verschiedener Materialien, welche gleichen Schatten des Eisenstabes bewirken, im geraden Verhältniss zu den Quadraten der Entfernung, so dass man im Stande ist, den Werth der Beleuchtungsmaterialien aus der Entfernung der Lampe oder der Kerze von dem Nullpunkt abzulesen.

Am wichtigsten ist die Beleuchtung in Gruben mit schlagenden Wettern. Früher hatte man zu diesem Zweck:

a. Phosphorescirende Körper, z. B. den sogenannten Canton'schen Phosphor, welcher, aus 1 Theil Kreide mit 1 Theil Schwefel gemengt, im Tiegel bis zum Glühen erhitzt und zwischen zwei Glasscheiben dem Sonnenlichte ausgesetzt wurde; die Leuchtkraft dauert nicht lange. Einen andern derartigen Körper erhielt man durch Mengung von calcinirten Austerschalen mit Mehl, welche dem Lichte ausgesetzt wurden. Die Eigen-

[302]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 303.
[303]) Hauchecorne a. a. O. Bd. 17B. S. 85. — Glückauf. Essen 1869. No. 29.
[304]) Oesterr. Zeitschr. a. a. O. S. 185.

schaft zu phosphoresciren ist schon im Jahre 1602 an dem Bologneser Stein (geglühter Schwerspath oder Schwefelbaryum) nachgewiesen und später an Schwefelcalcium, Schwefelbaryum, Schwefelstrontium wissenschaftlich festgestellt worden, deren Mehl, mit Wasser oder Oel angerührt, die Eigenschaft erhält, nachdem es längere Zeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurde, im Dunkeln mehre Stunden zu leuchten, wobei die Stärke des Lichtes der von einem Viertel des Lichtes einer Davy'schen Lampe entsprechen soll. Es ist dies zwar eine geringe Lichtstärke, sie würde aber, wenn man die Massen in passender Form als Leuchte verwendet, zum Vordringen in Räume, in welche man mit anderen Lampen nicht eintreten darf, gut brauchbar sein[305]).

b. Die sogenannten Steel-mills in England, bei deren Drehung sich Funken entwickeln, sind nicht gefahrlos, indem die Funken die Wetter entzünden können[306]); sie wurden von Speeding zu Whitehaven im Jahre 1763 eingeführt und 1795 sollen auf der Hepburn-Grube deren bis 100 Stück im Gebrauch gewesen sein[307]).

c. Sicherheitslampe[308]). In Folge der grossen Unglücksfälle durch Explosion schlagender Wetter im Jahre 1812 in der Grafschaft Durham bildete sich zu Sunderland eine Gesellschaft (A society for the prevention of accidents in coal mines), welche sich die Aufgabe stellte, eine Lampe ausfindig zu machen, durch welche die Entzündung schlagender Wetter vermieden werden könnte. Kurz darauf übergab Dr. Clanny seine erste Lampe mit Wasserkühlung, welche aber eine praktische Anwendung nicht gefunden hat. Inzwischen hatte Davy die Gruben besucht und demnächst mit den übersandten Gasen Versuche angestellt, welche ihn zur Erfindung der Sicherheitslampe führten auf Grund der Beobachtung, dass enge Metallröhrchen die auf der einen Seite erfolgte Entzündung nicht nach der anderen fortpflanzen. Fast gleichzeitig mit Davy brachte George Stephenson am 21. October 1815 seine Lampe (Geordie lamp) auf Willingworth colliery bei Newcastle mit vollständigem Erfolge zum Versuch, bei welcher die Flamme in einem Glasgefäss brennt, an dessen Boden sich enge Metallröhrchen zum Eintritt der Luft befinden, während sie am Deckel gleichfalls zum Austritt der Verbrennungsgase angebracht sind; ähnliche Lampen sind noch jetzt vorhanden, nur ist der von Davy eingeführte Drahtcylinder hinzugetreten[309]). Man streitet sich in England, wer der eigentliche Erfinder der Sicherheitslampe sei, ob Davy oder

---

305) Glückauf. Essen 1880. No. 54.

306) The Mining Journal. London 1868. p. 803.

307) Ebenda. 1875. p. 946.

308) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 561. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 33. p. 69.

309) v. Rohr: der Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. für B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 51.

Stephenson, indess trägt dieselbe allgemein den Namen des Ersteren als des Erfinders[310]).

1. Die Lampe von Davy.

Die Lampe von Davy, welche noch immer, namentlich in England vielfach im Gebrauch ist, besteht aus einer gewöhnlichen runden Lampe, auf welcher ein kegelförmiges Drahtgeflecht aufgesetzt ist, innerhalb dessen die Flamme brennt, ohne dass die Entzündung auf die das Netz umgebende, mit schlagenden Wettern erfüllte Luft ausgedehnt wird. Nach Davy wird diese Entzündung dadurch verhindert, dass das Drahtnetz eine beständige Abkühlung der äussern Luft bewirkt, dann aber müssten die besten Wärmeleiter am vortheilhaftesten zum Drahtnetze verwendet werden können, was Bischof bestreitet. Dieser erklärt die Thatsache dadurch, dass die Flamme und das Verbrennen der Gase im Innern des Drahtkegels Zug erzeugt, welcher um so stärker wird, je grösser die Hitze ist, ihm entgegen kann die Entzündung, also auch nach Aussen, sich nicht fortpflanzen, nach Oben hin aber auch nicht, weil sich dort die Wetter verdünnt haben und ausserdem sich dort entzündbare Gase nicht mehr befinden; diese Ansicht käme also darauf hinaus, die Wirkung in dem gehemmten Zu- und Abfluss zu suchen. Hiergegen scheint die Erfahrung[311]) zu sprechen, denn nach den Untersuchungen einer belgischen Commission soll nämlich eine Oeffnung von 3 bis 5 Millimeter Weite, wenn 60 bis 80 Millimeter über dem Dochte gelegen, die Entzündung nach Aussen nicht gestatten, während eine Oeffnung von nur 2 Millimeter in der Höhe des Dochtes dies schon verursacht. Stets geht übrigens die Entzündung nach Aussen entgegengesetzt dem in die Lampe eintretenden Luftstrom, nie in der Richtung der Verbrennung, während von Selbach in seinen Untersuchungen, welche er nach den Resultaten von Mallard über die Verbrennung von Grubengas und die Theorie der Sicherheitslampe angestellt hat, auf Grund mathematischer Formeln das Gegentheil behauptet wird[312]).

Nach Krönig[313]) kühlt sich das Drahtnetz mehr durch Strahlung als durch Leitung ab; dabei ist durch Versuche von Magnus[314]) bewiesen, dass das Metallgewebe als fester Körper ein grösseres Strahlungsvermögen, als die luftförmige Flamme besitzt, denn Magnus zeigt, dass eine nicht leuchtende Flamme mehr Wärme ausstrahlt, sobald eine Platinscheibe hineingebracht wird und noch mehr, wenn diese Platte mit kohlensaurem

---

[310]) The Mining Journal. London 1875. p. 946. 1151. 1236.

[311]) Ponson a. a. O. t. II. p. 266.

[312]) Glückauf. Essen 1876. No. 16. 17. — J. v. Hauer in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österreich.-ungar. Bergakademien. Bd. 24. S. 15. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome 7. p. 355.

[313]) Krönig in Poggendorff Annalen der Physik und Chemie. Bd. 122. S. 173.

[314]) Magnus ebenda. Bd. 121. S. 510.

Natron überzogen wird. Der letztere Umstand scheint Gra'm Bologneser gabe zu erklären, dass das Drahtgewebe der Sicherheitslampe'esen und durchdringlicher für die Flamme ist, wenn es zuvor in eine Alkalilösen- getaucht wird.

Als Regel ist anzunehmen, dass die Zahl der Maschen im Drahtnetz sich im Allgemeinen nach dem Grade der Explodirbarkeit der Wetter zu richten hat, dass der Draht nicht zu dick sein darf, weil er sonst zu viel Wärme aufspeichert, dass eine gewisse Weite und Höhe des Cylinders nicht überschritten werden darf, da nach Bischof die Sicherheit bei grösserer Weite abnimmt; man nimmt die Weite nicht über 50 Millimeter.

Davy empfahl 702 Maschen im Drahtnetz auf 1 Quadratzoll (auf altpreussisches Maass reducirt), in einzelnen Fällen 954 Maschen, gegenwärtig nimmt man in England 728 Maschen; aus neueren Untersuchungen, namentlich von Bischof, folgt, dass 784 bis 900 Maschen auf den Quadratzoll (28 bis 30 auf den Längenzoll) jedenfalls in Grubengas und auch in Leuchtgas schützen; den Draht macht man dabei 0,4 Millimeter dick. Ponson giebt (985 Maschen auf den Quadratzoll oder 31,38 auf den Längenzoll) 144 Maschen auf den Quadratcentimeter an bei einer Dicke des Drahtes von 0,98 Millimeter, einem Durchmesser der Maschen von 0,56 Millimeter, so dass sich der volle Theil der Masche zum offnen etwa wie 5:4 verhält. In Belgien schreibt die Verordnung von 10. Juli 1851 Draht von mindestens 0,25 Millimeter Dicke und 225 Maschen auf den Quadratcentimeter oder 15 auf den Centimeter vor. In Preussen bestehen hierüber bestimmte Vorschriften nicht. Bei Versuchen auf der Steinkohlengrube Rudolf bei Neurode fand v. Dücker 27 bis 28 Maschen auf den Längenzoll d. h. 729 bis 784 auf den Quadratzoll angeblich nicht genügend. In Westfalen empfiehlt man 750 bis 900 Maschen auf den Quadratzoll[316]). Lampen, welche mit Krystallcylinder versehen sind, von denen weiter unten die Rede sein wird, haben dichteres Drahtgeflecht und wohl 1300 bis 2600 Maschen auf den Quadratzoll.

Das Drahtgeflecht wird in der Regel aus Eisendraht gefertigt, messingenes Drahtnetz wendet man nur beim Markscheiden an; in neuerer Zeit ist Aluminiumdraht versucht.

Man machte die sonderbare Erfahrung, dass in England unmittelbar nach Einführung der Lampe von Davy die Unglücksfälle sich vermehrten, statt verminderten; als Ursachen hiervon waren anzusehen, dass man früher zu gefährlich erachtete Baue aufnahm, dass die Arbeiter zu sorglos waren und nicht beachteten, dass der Schutz kein absoluter, sondern nur ein relativer ist, endlich dass die Flamme bei starkem Luftzug durch das Drahtnetz hindurchgeschleudert wird. In dieser Beziehung ist hervorzuheben, dass nach Versuchen von Galloway ein Luftstrom mit einer Geschwindigkeit

---

[315]) Ebenda. Bd. 37. S. 467.

[316]) Glückauf. Essen 1871. No. 9.

Stephenson, bis 3,66 Meter in der Sekunde, welcher die Flamme in der des Erfind[illegible]tslampe trifft, ein Durchschlagen derselben durch das Drahtnetz [illegible]kt und eine Entzündung der umgebenden Wetter veranlassen kann. Ein solcher Luftstrom kann aber leicht durch die Erschütterung eines Sprengschusses oder durch andere Ursachen, ganz besonders auch durch eine in einem anderen Theil des Grubengebäudes stattfindende Explosion hervorgerufen werden, auf welche Ursachen eine grosse Menge der Explosionen zurückzuführen sein werden[317]). Man hat Versuche mit 5 verschiedenen Arten von Sicherheitslampen angestellt, indem man sie Luftströmen von verschiedenen Geschwindigkeiten aussetzte, und hat dabei gefunden, dass die Lampe von Davy in jedem Falle explodirte, die von Clanny bei 2,44 Meter Geschwindigkeit erlosch, aber bei 3,05 Meter und darüber explodirte, die von Müseler zwar bei 2,44 Meter, 4,88 und 7,32 Meter erlosch, aber bei 3,05 Meter, 6,10 und 9,25 Meter explodirte, während die Lampen von Stephenson und von Williamson bei jeder der versuchten Geschwindigkeiten erloschen[318]).

Die Lampe von Davy führt verschiedene Uebelstände mit sich:

1. Den Mangel an Helligkeit, zu dessen Beseitigung Davy Reflectoren aus polirtem Stahl oder Weissblechhohlspiegel hinter dem Cylinder anwendete, wodurch das Licht concentrirt, an sich nicht vermehrt werden kann. Newman brachte ausserhalb oder innerhalb eine Glaslinse an, die aber nur einen Punkt beleuchtet, ausserhalb dessen man fast nichts sieht, weshalb man, wie Lottner auf Dunkerque mine im Jahre 1862 gesehen, 4 grosse Linsen angebracht hat.

2. Das mechanische Herausschleudern der Flammen will man dadurch verhindern, dass man auf zwei Drittel der unteren Höhe verschiebbare Schilder aus Weissblech anbringt[319]).

3. Das Durchbrennen des Deckels auf dem Drahtnetz macht man dadurch unschädlich, dass man einen doppelten Deckel anwendet.

Von Davy ist noch vorgeschlagen, die Flamme mit einer Platinspirale zu umgeben, welche noch fortglüht, wenn die Flamme aus irgend einer Ursache schon erloschen ist; doch ist dies ohne praktischen Werth.

2. Die Lampe von Upton-Roberts.

Bei der Lampe von Upton-Roberts ist der Drahtcylinder, welcher im Uebrigen, wie bei Davy angeordnet ist, bis auf zwei Drittel der Höhe mit einem gewöhnlichen Glascylinder, das letzte Drittel mit einem Messinghut, welcher oben seitliche Oeffnungen hat, umgeben, oder der Glascylinder ist auch wohl bis Oben verlängert. Der Luftzutritt zur Flamme erfolgt

---

317) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 21. p. 105.

318) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1879. S. 316. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 452.

319) v. Rohr a. a. O. S. 51.

durch einen Kranz enger Oeffnungen, welche mit einem einfachen oder doppelten horizontalen Drahtnetz überdeckt sind. Die Lampe ist auch im Knallgas sicher, aber sie ist noch weniger hell, als die von Davy, dabei schwer und hat den Uebelstand, dass überfliessendes Oel leicht das horizontale Drahtnetz verstopft[330]).

3. Die Lampe von Dusmenil.

Die Lampe von Dusmenil hat grosse Dimensionen, sie ist wegen ihrer Schwerfälligkeit nicht viel in Anwendung gekommen. Der Lampenkasten hat einen seitlichen Oelbehälter und platten Docht, darüber ist ein Krystallcylinder und in diesem ein offener, nur mit einer halbkugelförmigen Kappe versehener Blechschornstein angebracht, aus welchem die Verbrennungsproducte ausströmen. Die beiden Luftkanäle, durch welche der Eintritt der mit Grubengas geschwängerten Luft zur Flamme stattfindet, sind mit blechernen Hüten verschlossen, welche mit einem sehr feinen Netzgewebe von Messingblech (19 Maschen auf den Centimeter) versehen sind. Die Lampe erweckt nach ihrer Construction kein volles Vertrauen, sie hat sich aber als völlig sicher gezeigt; eigenthümlich ist das summende Geräusch, ähnlich wie das der chemischen Harmonika, namentlich in dem Falle, wenn der Schornstein ganz mit brennenden Grubengas erfüllt ist und die Dochtflamme zurücktritt[331]).

4. Die Lampe von Clanny.[332])

Um der Lampe eine grössere Leuchtkraft zu geben, bringt Clanny zwischen dem Oelkasten oder der eigentlichen Lampe und dem Drahtcylinder einen Krystallcylinder an, welcher bis über die Flamme reicht; der Krystallcylinder ist unten und oben von Metallkränzen gehalten, von denen der untere, um der Luft den Zutritt zu gestatten, mit feinen Löchern versehen ist. Zum Schutze des Krystallcylinders ist derselbe von Aussen mit einigen starken Drahtstäben umgeben, welche zwischen Deckel und Oelkasten befestigt sind.

5. Die Lampe von Müseler.[333])

Die Lampe von Müseler ist der von Clanny ganz gleich construirt, nur befindet sich im Innern über der Flamme ein blecherner Schornstein, durch welchen bewirkt wird, dass die Lampe in starken schlagenden

---

[330]) Soulié et Lacour: Matériel et procédés de l'exploitation des mines. p. 55.

[331]) Erdmenger u. Krug v. Nidda: Versuche über das Verhalten verschiedener Sicherheitslampen in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv 1842. Bd. 16. S. 205. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 55.

[332]) The Mining Journal. London 1875. p. 983.

[333]) Soulié et Lacour a. a. O. p. 54.

Wettern, ferner bei schräger Haltung von selbst erlischt; sie ist in Belgien, namentlich in der Gegend von Lüttich sehr verbreitet.

Die Firma Bay und Thys zu Lüttich hat die Lampe dadurch verbessert, dass sie dem Oelbehälter eine ringförmige Gestalt gegeben, und die dadurch entstehende untere Oeffnung durch eine Platte aus Krystallglas verschlossen hat, so dass das Licht durch den Boden der Lampe nach Unten fällt und die Sohle der Strecken, beziehungsweise des Ortes erleuchten kann. Auch gestattet diese Einrichtung, dass man durch den Boden der Lampe gegen die Firste sehen kann. Jedenfalls müsste der Boden noch durch ein Drahtnetz oder durch starke Querstäbe vor dem Zerbrechen geschützt werden, wodurch freilich die Leuchtkraft der Lampe nach unten wieder geschmälert wird[324]).

Da ein Flachbrenner vollkommenere Verbrennung und deshalb helleres Licht voraussetzen lässt, als ein Rundbrenner hat man damit auf den Saarbrücker Gruben in Müseler'schen Lampen Versuche angestellt, aber keine Resultate zu Gunsten der Flachbrenner erzielt[325]).

In Belgien, wo die Lampe von Müseler bereits durch Decret vom 29. April 1864 zum Gebrauch in Gruben mit schlagenden Wettern für obligatorisch erklärt worden war, hatte man sich dennoch veranlasst gesehen, im Jahre 1868 durch eine Commission von Neuem Untersuchungen über die beste Construction der Sicherheitslampe anzustellen, namentlich auch, ob die Lampe, welche für den Gebrauch von Petroleum eingerichtet sind, zu empfehlen seien. Die Commission entschied sich unbedingt für die Lampe von Müseler mit Verwendung von vegetabilischem Oel, weshalb eine Königliche Verordnung vom 17. Juni 1876 deren Gebrauch in Gruben mit schlagenden Wettern von Neuem obligatorisch anordnete[326]).

6. Die Lampe von Herold.

Herold hat die Lampe von Müseler dadurch wesentlich verbessert, dass er ihr die von Upton-Roberts angewendete Luftzuführung einverleibte, indem er den mit den Luftzutrittsöffnungen versehenen Ring mit einem horizontalen Drahtnetz überdeckt, so dass eine etwaige Wirkung der Flamme auf die den Ring umgebenden Wetter verhindert wird.

Von den beiden zuletzt genannten, in ihrem Princip nahe stehenden Lampen wird der von Herold der Vorzug eingeräumt[327]), weil dieselbe einen grösseren Lichteffect hat und das Auftreten schlagender Wetter früher, als bei der von Müseler wahrgenommen wird, was vor Oertern,

---

[324]) Glückauf. Essen 1873. No. 32.

[325]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 240.

[326]) Annales des travaux publics en Belgique. Bruxelles. tome 35. p. 367. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome 7. p. 877.

[327]) Glückauf. Essen 1871. No. 9.

bei denen Schiessarbeit stattfindet und das Nichtvorhandensein von schlagenden Wettern constatirt werden muss, von besonderer Wichtigkeit ist. Dagegen ist die Lampe von Müseler da vorzuziehen, wo schlagende Wetter sich fortdauernd entwickeln, weil die Lampe verlischt, sobald die Anhäufung so stark wird, dass eine Explosion zu befürchten steht, so dass die Arbeiter rechtzeitig gewarnt werden.

7. Die Lampe von Elvin.

Die Lampe von Elvin ist gleichfalls mit einem Krystallcylinder versehen, statt des fortlaufenden Drahtnetzcylinders aber mit einem cylinderischen Gestell, dessen fensterartige Oeffnungen mit Drahtgeweben verschlossen sind; in dem Krystallcylinder befindet sich ein oben mit feinen Löchern versehener, geschlossener Schornstein von Rothkupfer.

8. Die Lampe von Stephenson.[328])

Die Lampe von Stephenson hat unten Luftzutritt durch feine Kanäle im Glascylinder, welcher oben mit einem Kupferhut bedeckt und von einem weiteren und höheren Drahtcylinder ganz umschlossen ist.

Von den angeführten Constructionen erscheinen nur beachtenswerth die von Davy wegen ihrer Einfachheit und Leichtigkeit, die von Clanny wegen der guten Beleuchtung, die von Müseler für ungeübte und unerfahrene Arbeiter, die von Herold, welche noch besser leuchtet, als die von Clanny, so lange das horizontale Drahtnetz rein und nicht verstopft ist.

In neuerer Zeit sind zu den mannigfachen früheren Constructionen von Sicherheitslampen noch viele andere hinzugetreten, von denen sich einige Verbreitung zu verschaffen scheinen. Dahin gehört

9. Die Sicherheitslampe von Eckardt und Lauten in Hörde[329]), welche in Fig. 691 dargestellt ist. a ist der metallene Oelbehälter, auf welchem der Krystallcylinder b steht, derselbe ist durch das horizontale Drahtnetz c abgeschlossen. Auf diesem steht ein gewöhnlicher Drahtnetzcylinder d, während als eigenthümlich über der Flamme ein Glascylinder e in der gewöhnlichen Form wie bei Stubenlampen angebracht ist; f ist das Gestell der Lampe. Die Luft tritt durch den Drahtcylinder in der Richtung der Pfeile zunächst durch das horizontale Drahtnetz in die Kanäle gg und hh zur Flamme; i ist der von Aussen zu bewegende Reinigungsdraht. Die Lampe soll vermöge des Glascylinders ein weit besseres Licht, als sonstige Sicherheitslampen geben und die schlagenden Wetter leichter erkennen lassen, sie beleuchtet die Firsten der Grubenbaue besser und wirft nach Unten weniger Schatten, sie erlischt in schiefer Stellung und bei starkem Luftzuge nicht, die Temperatur innerhalb der Lampe wird nicht bis zur

[328]) v. Rohr a. a. O. S. 51.
[329]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 85.

Gefahr gesteigert, während sie in brennenden Gasen allmälig, in explodirbaren Gasströmungen augenblicklich erlöschen soll. Jedenfalls ist der innere Glascylinder ein Vorzug dieser Lampe.

10. Die Sicherheitslampen von Morison[330]) sind darauf berechnet, auch in einem lebhaften Strom von Wettern, welche mit Grubengas gemischt sind, benutzt werden zu können. Bei der einen Construction,

Fig. 691.

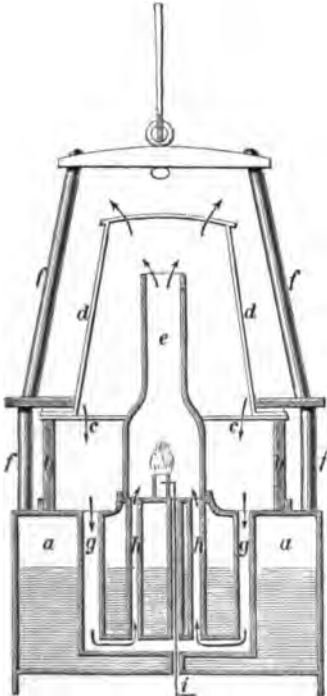


Fig. 692.

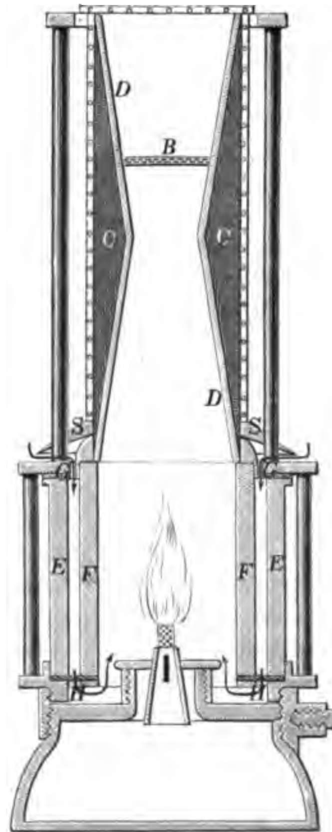


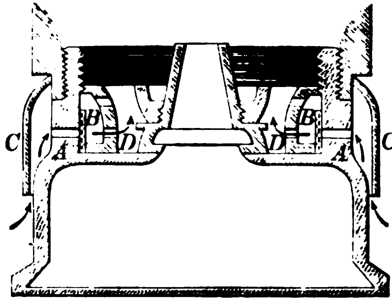
Fig. 692, sind über dem Oelbehälter um die Flamme herum zwei starke Krystallcylinder E und F angebracht, zwischen denen ein geringer Zwischenraum gelassen ist; derselbe ist oben durch das horizontale Drahtnetz G, ebenso unten durch ein oder mehre solcher Netze H abgeschlossen; die Luft tritt durch G in den Zwischenraum und durch H zur Flamme. Um die Schnelligkeit des eintretenden Luftstroms zu brechen, befindet sich über

[330]) The Mechanics' Magazine. Jahrg. 1868. S. 93.

den Glascylindern ein Schutzring S, welcher den Einströmungskanal verengt. Auf dem inneren Glascylinder steht ein Drahtnetzcylinder C in gewöhnlicher Form, im Innern desselben aber ein Schornstein D, welcher aus zwei abgestumpften, mit der kleinen Grundfläche sich berührenden Kegeln besteht, und welcher in seinem oberen Theile nochmals durch ein horizontales Drahtnetz B abgeschlossen ist.

Nach einer anderen Construction desselben, Fig. 693, hat der Oelkasten zwei Wände, von denen die äussere bei A, die innere bei D durchbohrt und mit horizontalen Löchern versehen sind, durch welche die Luft

Fig. 693.



zur Flamme tritt; um auch hier die Lebhaftigkeit der Zuströmung zu mässigen, ist vor den Löchern A der schützende und verengende Hut C angebracht, während im Innern um die Löcher A das ringförmige Drahtnetz B gelegt ist; der Eintritt der Luft erfolgt in der Richtung der Pfeile. Ueber dem Oelbehälter befindet sich ein Drahtnetzcylinder, welcher oben mit einem horizontalen Drahtnetz abgeschlossen und von Aussen mit einem Glascylinder umgeben ist.

Der Zweck der von Morison construirten Lampen ist, in einem explosiven Gasgemisch jede Communication zwischen der Lampenflamme und dem umgebenden Luftgemisch selbst dann zu verhindern, wenn dieses entzündliche Luft- und Gasgemisch mit sehr bedeutender Geschwindigkeit gegen die Lampe andringt[331]). Die Lampen haben sich auf den englischen Gruben Hetton und Pelton bei Durham sehr bewährt.

11. Die Lampe von Reuland[332]) ist dadurch eigenthümlich, dass sie im Augenblick der grössten Gefahr von selbst erlöschen soll. Es hängt an der Decke des Drahtcylinders ein metallener Hut, welcher mittelst eines dünnen Drahtes aus leichtschmelzbarer Legirung von 2 bis 3 Theilen

331) Dingler polytechn. Journal. Bd. 190. S. 443. — Annales des mines. Paris. t. XII. p. 568. — Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. XXV. p. 301.

332) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1868. S. 78. — Glückauf. Jhrg. 1868. No. 14.

Zinn und 1 Theil Blei oder Wismuth befestigt ist; wenn die schlagenden Wetter das Drahtnetz erfüllen, steigt die Temperatur, und da bei 170 bis 190 Grad Celsius der Draht, an dem der Hut hängt, schmilzt, so muss derselbe selbst hinunter gleiten, auf die Flamme drücken und diese verlöschen. Die Zuverlässigkeit ist jedoch zweifelhaft, da das Herabgleiten des Hutes, welches im Allgemeinen nur selten stattfindet, im gegebenen Moment nicht rechtzeitig stattfinden und sich der Hut in der Führung festhängen könnte. Auf der Glückhilf Grube in Niederschlesien hat man diese Lampe bei starker Ansammlung schlagender Wetter bewährt gefunden[333]).

Mit der Lampe von Reuland sind durch den verstorbenen Oberbergrath Gallus eingehende Versuche angestellt worden[334]). Bei den benutzten Probelampen ruht auf dem 6 Millimeter dicken und 48 Millimeter weiten Glascylinder eine ringförmig ausgeschnittene eiserne Platte von $1^1/_2$ Millimeter Dicke und 60 Millimeter äusserem Durchmesser, welche durch drei senkrechte, gleich weit von einander abstehende $2^1/_2$ Millimeter dicke eiserne Führungsstäbe mit einer in 94 Millimeter Abstand horizontal darüber liegenden $1^1/_2$ Millimeter dicken, 41 Millimeter im Durchmesser haltenden eisernen Platte zu einem festen cylinderischen Gestell vernietet ist. Dieses Gestell, welches von dem Drahtkorb umfasst wird, trägt mittelst eines in der oberen Platte centrisch beweglichen eisernen Stiftes von 4 Millimeter Dicke und 25 Millimeter Länge durch Steg und Vorstecker befestigt, ein rundes 14 Millimeter hohes, 28 Millimeter weites und 2 Millimeter dickes Hütchen von Kanonengut, welches mittelst drei halbkreisförmigen Ausschnitten in seinem 37 Millimeter Durchmesser haltenden Rande an den Führungsstangen des Gestells herabgleitet, sobald die Verbindung mit dem Aufhängestift gelöst ist. Durch das herabgefallene Hütchen wird der kreisrunde Ausschnitt in der unteren Platte des Gestells vollständig verdeckt und die Communication zwischen Glas- und Drahtcylinder aufgehoben. Der Vorstecker wurde früher aus einer leicht schmelzbaren Legirung von Zinn mit Blei oder Wismuth hergestellt; da die Lösung des Hütchens zu früh eintrat, hat man den Vorstecker aus Blei genommen. Man wählte zu den Versuchen zwei Lampen, welche eine geringe, aber scheinbar wichtige Verschiedenheit trugen. Bei No. I war der kreisförmige Ausschnitt der unteren Platte 27 Millimeter weit, so dass das Hütchen sich auf deren inneren Rand auflegte; bei No. II dagegen ist der innere Durchmesser der Platte gleich dem äusseren des Hütchens, nämlich 37 Millimeter, und nur da, wo die Führungsstangen stehen, sind zur Aufnahme derselben und Auflegung des Hütchens kleine Vorsprünge ausgespart. Zu den Versuchen wurde neben den beiden Probelampen eine bewährte von Eckardt ange-

[333]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 383.

[334]) Glückauf. Essen 1868. No. 35; Jahrg. 1869. No. 45. — Berggeist. Köln 1870. S. 459.

wendet. Alle drei Lampen wurden gleich hoch gestockt und dicht nebeneinander aufgehängt. Die brennbaren Gase erfüllten den Drahtkorb vollständig und bereits nach zwei Minuten wurde der Drahtkorb der Eckardt'schen Lampe glühend, so dass diese zurückgezogen werden musste. Eine Minute später schlug das Hütchen der Lampe No. II die Flamme aus, ohne dass bis dahin ein Glühendwerden des Netzes bemerkt worden wäre. Die Lampe No. I wurde erst 14 Minuten später, ohne dass das Hütchen gefallen wäre, zurückgenommen, aber auch ohne dass das Netz glühend geworden wäre. Die Lampe von Reuland zeichnet sich also vor der Eckardt'schen dadurch aus, dass ihr Drahtnetz viel später glühend wird; No. II hat aber vor No. I den Vorzug, dass sie eine vollkommenere Verbrennung des Leuchtmaterials und dadurch einen höheren Lichteffect, sowie eine durchaus ruhige Flamme zeigt; die Flamme in No. I flackerte hoch auf, während die in No. II rein, hell und unbeweglich fortbrannte. Durch die Versuche ist constatirt, dass die Construction II geeignet ist, die Lampe vor Eintritt der Gefahr zum Erlöschen zu bringen und, indem sie eine schnelle Erhitzung des Drahtnetzes verhindert und das Erglühen hinausschiebt, einen längeren, gefahrlosen Aufenthalt innerhalb eines explosiblen Gasgemenges zu ermöglichen, was bei Rettungsarbeiten in schlagenden Wettern sehr wichtig wäre; man würde selbst eine schwerer schmelzbare Legirung statt des Blei zum Vorstecker nehmen können, wie der Versuch mit der Lampe No. I hinreichend gezeigt hat, da dieselbe 17 Minuten im Gasgemenge brannte, ohne dass das Netz glühend wurde.

12. Die Sicherheitslampe von Heinbach[335]), welche seit mehren Jahren zu Steyerdorf in Banat Anwendung findet, zeichnet sich dadurch aus, dass die Luft dem Brennpunkt unmittelbar und direct zugeführt wird, indem der Rand, auf welchem der Glascylinder aufsitzt, mit Löchern durchbrochen ist, welche von Innen mit Drahtnetz überzogen sind. Hierdurch soll sich die Lampe durch grosse Leuchtkraft auszeichnen und die Gegenwart von schlagenden Wettern mit grosser Sicherheit anzeigen. Die Lampe besitzt ausserdem die Einrichtung, dass der Docht nur bis zu einem gewissen Punkt in die Höhe geschraubt werden kann, während andrerseits dafür gesorgt ist, wie es auch bei anderen Lampen der Fall ist, dass beim Oeffnen oder Abschrauben des Oelkastens der Docht mit heruntergezogen wird und die Lampe verlöscht. Dennoch hat man den Gebrauch dieser Lampe zu Steyerdorf wieder fallen lassen und dieselbe durch die von Marka ersetzt, welche eine zweckmässigere Arretirvorrichtung für den Oelkasten besitzen soll[336]).

---

[335]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig, Jahrg. 1867. S. 6. — Ebenda. Jahrg. 1868. S. 142. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1868. S. 33. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 56.

[336]) Amtlicher Bericht der deutschen Ausstellungscommission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. I. S. 46.

Die Sicherheitslampe ist für die Techniker ein Gegenstand, welcher fortdauernd zur Auffindung neuer Constructionen anlockt, um Verbesserungen und Vervollkommnungen aufzufinden. Bei den meisten dieser Erfindungen fehlt es aber an ausreichenden Beweisen, dass sie für den praktischen Gebrauch sich geeigneter zeigen, als die bisher bekannt gewordenen, so dass wir uns begnügen müssen, sie hier zu erwähnen und auf die Quellen zu verweisen.

Die Lampe von Boulanger[337]), welche besonders zur Beleuchtung von Lagerräumen mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten (Alkohol, Petroleum u. s. w.) dienen soll, aber auch in Bergwerken benutzt werden kann, entspricht dem in der Lampe von Morison dargestellten Princip. — Die Lampe von Horn[338]) bezweckt das rechtzeitige Verlöschen, sobald das Gasgemisch in gefahrdrohender Weise vorhanden ist, indem die durch das Drahtnetz eintretende russige Gasmenge die in feinen Strahlen durch den durchlöcherten Deckel eintretende Flamme ertödtet. — Auch die Lampe von Gray[339]) hat den Zweck ein plötzliches Verlöschen beim Eintritt der Gefahr zu bewirken. Bei dieser Lampe sind die Stangen, welche das Gestell bilden, hohl, die Luft tritt von Oben durch die Röhren in die am Lampenfusse befindliche Kammer und aus dieser durch einen Ring aus Drahtgewebe zur Flamme. Die Verbrennungsgase entweichen durch eine Scheibe aus Drahtgewebe, welche oben den über dem Glascylinder befindlichen Metallschornstein bedeckt. Wird das Gasgemenge explosibel, so kann nicht Luft genug zur Unterhaltung der Verbrennung durch die Maschen des Drahtgewebes treten und die Flamme verlöscht. Ausserdem hat die Lampe den Vortheil, dass sie wegen der beschränkten Anwendung des Drahtgewebes nicht leicht absichtlich oder unabsichtlich beschädigt werden kann. — Der von Dittges[340]) gemachte Vorschlag, welcher bis jetzt nicht zur Ausführung gelangte, hat gleichfalls den Zweck des rechtzeitigen Verlöschens, indem er die Flamme mit einem aus verschiedenen Metallen zusammengesetzten Streifen umgiebt, welche sich bei Erhitzung verschieden ausdehnen, so dass der der Flamme zunächstliegende Theil sich mehr ausdehnt, als der andere und dadurch mittelst Hebel einen Deckel in Bewegung setzt, welcher die Flamme auslöscht. — Von Rosius in Lüttich[341])

[337]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 190. S. 27.

[338]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 639. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl und Wimmer. 1869. S. 332. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 514. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 90. p. 261. — Magazin für die Litteratur des Auslandes. Berlin 1869. S. 466.

[339]) Polytechn. Centralbl. Leipzig 1869. S. 640. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 364. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 90. S. 316.

[340]) Der Berggeist. Köln 1870. S. 147. 459. — Glückauf. Essen 1870. No. 31.

[341]) Revue universelle des mines. Paris et Liège. t. 27. p. 629.

ist eine Construction angegeben, welche eine Verbesserung der Lampe von Müseler dahin beabsichtigt, dass das Anzünden der Flamme schneller vor sich geht, als bei jener, weil bei einer grossen Belegschaft das Anzünden der vielen Lampen schon lange vor der Schicht begonnen werden muss, also unnütz Oel verbrannt wird.

Die Lampe von Clarbour und Teale[342]) hat den Zweck, nach dem Verlöschen es dem Bergmann unmöglich zu machen, sie wieder anzuzünden; an der Röhre, in welcher der Lampendocht sich befindet, ist ein Flantsch angebracht, welcher sich auf zwei Hebel aufsetzt und dadurch verhindert, dass der Oelbehälter von dem Drahtnetz ohne Weiteres gelöst werden kann, so dass der Arbeiter nicht zum Docht gelangen kann. — Die Lampe von Plimsoll[343]) beruht auf dem von Stephenson angewendeten Princip, dass die Flamme verlöscht, sobald schlagende Wetter zu derselben treten, indem innerhalb der Lampe eine Explosion stattfindet; sie hat nach der Beschreibung eine sehr gute Luftzuführung, brennt hell und kann nicht geöffnet werden, ohne dass sie auslöscht. Sie hat den Nachtheil, dass die Arbeiter im entscheidenden Moment ohne Licht sind. — Dr. Irvine berichtet[344]) von einer Lampe, welche nach Art der Gasharmonika laute Töne von sich giebt, sobald Kohlenwasserstoff in dieselbe eintritt, wodurch die Anwesenheit der gefährlichen Gase dargethan wird.

Von Dinant, dem Director der Gruben zu Anzin ist eine Lampe[345]) construirt, deren Oeffnen gleichfalls unmöglich ist, indem ein federnder Stift, welcher durch den Deckel des Oelbehälters hindurchgeht, mit einer Mischung von Zinn und Zink verlöthet ist, so dass jeder Versuch der Arbeiter, die Lampe zu öffnen, vergeblich ist, jedenfalls sofort entdeckt wird. Der Verschluss, welcher vor dem Gebrauch der Lampe jedes Mal wiederholt und nach dem Gebrauch behufs Reinigung der Lampe wieder beseitigt werden muss, ist kostspielig und erfordert viel Zeit: nach der Quelle können in einer Stunde 70 bis 75 Lampen von einem Mann fertig gestellt werden. Die Vorrichtung kann übrigens bei jeder Lampenconstruction, deren Oelbehälter einen versenkten Deckel hat, angewendet werden.

Die Lampe von Landau verfolgt den Zweck eine hellere Beleuchtung zu liefern und beim unbefugten Oeffnen zu verlöschen, auch soll sie beim Einströmen schlagender Wetter sofort zum Erlöschen gebracht werden. Ob diese Construction in Gebrauch genommen ist, geht aus den Quellen

---

[342]) The Mechanics' Magazine. Vol. 94. p. 350. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 10. p. 225.

[343]) The Mining Journal. London 1872. p. 315. 538. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 395. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 411. — Dingler polyt. Journal. Bd. 207. S. 26.

[344]) The Mining Journal. London 1872. p. 435. 847.

[345]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 428.

nicht hervor[346]). — Einen gleichen Zweck verfolgt die Lampe von Yates[347]). Er will die erste Absicht dadurch erreichen, dass er einen Theil des Glascylinders in der Umgebung der Flamme entfernt und durch eine starke Glaslinse ersetzt, ihr gegenüber aber einen silbernen Reflector anbringt, wodurch ein 20 Mal stärkeres Licht, als mit der gewöhnlichen Lampe von Davy hervorgebracht werden soll; hierdurch allein wäre schon die Versuchung des Bergmanns, sich durch Oeffnen der Lampe ein helleres Licht zu verschaffen, um Vieles herabgemindert. Auch liegt die Flamme so tief, dass sie einen etwa durch das Glasnetz der Lampe hindurchgehenden Strom schlagender Wetter nicht erreichen und denselben hiernach auch nicht entzünden kann. Ausserdem ist vermittelst eines Sperrrades eine Vorrichtung angebracht, welche beim etwa muthwilligen Abschrauben des Oelbehälters ein Niederziehen des Dochtes und ein Verlöschen der Lampe bewirkt. Auf der Glückhilfgrube bei Waldenburg sind befriedigende Versuche mit dieser Lampe angestellt worden[348]). — Die Lampe von Plummet erinnert an die bewährte Construction von Müseler[349]). — In Westfalen macht sich neuerdings die Lampe von Rosenkranz[350]) geltend. Sie unterscheidet sich von der Lampe von Clanny durch die Anbringung eines zweiten Siebringes zwischen Oelbehälter und Glascylinder, sowie eines zweiten Drahtnetzes mit metallenem Fussring, welcher in seinem Boden 4 bis 5 Millimeter weite, kreisförmig geordnete Oeffnungen hat und wie die Cylinder der Petroleumlampen unmittelbar über der Flamme verengt ist. Das Durchschlagen der Flamme soll bei dieser Lampe gänzlich verhindert sein, dagegen beim Verpuffen schlagender Wetter innerhalb der Lampe deren Verlöschen stattfinden. Der hohe Preis von 6 Mark für jede Lampe ist allgemeiner Verbreitung noch hinderlich. Die Lampe wird auch mit einem Lärmapparat verbunden, welcher beim Auftreten starker Gasmengen sich in Bewegung setzt. — Den Zweck, die Flamme bei gefährlicher Ansammlung schlagender Wetter zum Verlöschen zu bringen, verfolgt die Lampe von Jüttner, welche von Westfalen aus empfohlen wird. Dieselbe ist ausserdem mit einem Schnarrwerk versehen, welches in den gefährlichen

346) The Mining Journal. London 1873. p. 1267; 1875. p. 610. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 245; 1875. S. 283. — Dingler polyt. Journal. Bd. 216. S. 29. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 8. p. 858.

347) The Mining Journal. London 1873. p. 244. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 265. — Glückauf. Essen 1873. No. 22. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 185.

348) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 113.

349) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 327. — The Mining Journal. London 1875. p. 598.

350) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 267. — Glückauf. Essen 1880. No. 83. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1881. S. 152.

Momenten sich löst und den Arbeiter warnt[351]). — Goddin umgiebt den starken Cylinder der Lampe mit einem zweiten und lässt zwischen beiden eine Luftschicht, wodurch das äussere Glas kühl erhalten wird, so dass ein etwa darauf spritzender Wassertropfen nicht das Springen des Glases veranlasst, wodurch leicht Explosionen hervorgerufen werden können[352]). Auf demselben Princip beruht die Lampe von Fox[353]), welche ausserdem mit einer Vorrichtung zum Verlöschen beim Oeffnen der Lampe versehen ist; ferner die Lampe von Gildenmeister und Kamp[354]), welche neben 2 Cylindern auch 2 Drahtnetze hat. — Die Lampe von Birckel[355]) ist mit einem doppelten Blechmantel umgeben, welche mit Einschnitten versehen sind und von denen der äussere um den innern so verschiebbar ist, dass die Oeffnungen verdeckt werden und die Lampe jederzeit plötzlich zum Verlöschen gebracht werden kann. — Gurlt warnt vor der Anwendung von Hartglas zu Cylindern für Sicherheitslampen, weil dasselbe, wenn auch sehr fest, doch, einmal verletzt, in kleine Splitter zerspringt und dann Explosionen unvermeidlich sind, während gut gekühlte Glascylinder meistens nur Sprünge bekommen, welche noch nicht unbedingt Gefahren mit sich bringen müssen, natürlich aber die baldige Auswechselung des Cylinders erheischen[356]).

Marsaut[356a]) hat gefunden, dass in der Lampe von Müseler, welche bis dahin für eine der sichersten galt, bei einer inneren Explosion die Flamme durch das Diaphragma in das Drahtnetz hineinschlägt und nach Aussen fortsetzt. Er hat deshalb unter Beseitigung des Diaphragmas die Lampe mit einem Blechcylinder umgeben, der am oberen Theile durch ein Metallgewebe umschlossen ist und am unteren Theile eine Reihe Oeffnungen besitzt, welche den für die Verbrennung erforderlichen Luftzutritt in die Lampe gestatten; um zur Flamme zu gelangen muss die Luft einer gebogenen Esse folgen, so dass die Gefahr der schiefen Luftströme, welche

---

351) Glückauf. Essen 1878. No. 100. 104. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 550.

352) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1879. S. 220.

353) Glückauf. Essen 1881. No. 16. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 194.

354) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 345. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 259.

355) Glückauf. Essen 1881. No. 7.

356) Gurlt in Verhandlungen der niederrhein. Gesellschaft in Bonn. Bd. 34. S. 24. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 450. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 25. p. 251.

356a) Marsaut: Étude sur la Lampe de Sûreté des Mineurs. Alais 1883. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. 11. p. 534; t. 12. p. 321. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 35. p. 5. 379. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 141. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1883. S. 347.

mit grosser Geschwindigkeit eintreten können und die Flammen nach Aussen schlagen, ausgeschlossen ist. An Stelle des Diaphragmas ist ein einfaches Rundstück zum Tragen der Esse vorhanden, welche von einem Gewebesieb von 144 Maschen auf 1 qcm. vollständig eingehüllt ist. Die Lampe soll sich bei ihrem bisherigen Gebrauch, namentlich zu Bessèges, gut bewährt haben.

Die Lampe von Wolf, welche im Zwickauer Becken benutzt wird, aber sich auch in anderen Revieren findet, wird mit Benzin gebrannt. Sie gewährt ein bedeutend helleres gleichmässigeres Licht als die Oellampen, wobei die Lampentheile nicht verrusst werden, so dass der Arbeiter während der Schicht die Flamme nicht putzen braucht. Die Folge hiervon ist, dass man ein viel engeres Drahtgewebe als bei Oellampen anwenden kann, wodurch die Wettersicherheit bedeutend vergrössert wird; sie soll sich sehr gut zum Abprobiren der Wetter eignen und beim Auftreten von Grubengas in gefahrdrohenden Mengen verlöschen; auch beim Auftreten von matten Wettern soll sie noch brennen, wenn die Oellampen längst erloschen sind. Die Lampe ist mit einer Zündvorrichtung versehen, welche es ermöglicht, sie nach dem Verlöschen wieder anzuzünden ohne sie vorher zu öffnen. Verschlossen wird die Lampe durch einen magnetischen Verschluss, der völlig sicher sein soll.

Die Wasserstofflampe von Mallard und le Chatelier, so wie die Spirituslampe von Pieler dienen nur zum Abprobiren der Wetter und können zur Beleuchtung nicht benutzt werden.

Die Lampen müssen einen festen Verschluss haben, damit der Oelbehälter mit der brennenden Flamme nicht von dem Drahtnetz willkürlich gelöst werden kann, wodurch die schlagenden Wetter sofort entzündet werden würden. Anfangs hatte man hierzu kleine Vorhängeschlösser, jetzt wendet man Schrauben an, welche durch den Oelkasten hindurch gehen, in den Rand des Krystallcylinders oder des Drahtnetzes eingreifen und durch besonders dazu bestimmte Schlüssel auf- und zugedreht werden können. Man hat die verschiedenartigsten Constructionen versucht, um das Oeffnen durch die Arbeiter unmöglich zu machen, doch hat man eine allgemein anwendbare Lösung dieser wichtigen Aufgabe noch nicht gefunden. Auch hat man Constructionen versucht, vermöge deren die Lampe beim Oeffnen erlischt, doch sind dieselben vielfach zu complicirt, auch nicht immer praktisch, denn wer so unvorsichtig ist, die Lampe zu öffnen, findet auch Mittel, sie wieder anzuzünden. Bei mehren der beschriebenen Constructionen sind derartige Verschlüsse bereits erwähnt; einige derselben mögen hier noch hervorgehoben werden.

Bei Waring[357]) muss, bevor man die Lampe öffnen kann, ein Auslöscher von oben herab sich über den Docht stülpen.

[357]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 40. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1862. S. 38.

Bei Dubrulle[358]) bewirkt der Dochtsteller zugleich das Niederziehen des Dochtes, wenn man öffnen will. In Fig. 694, ist A der Oelbehälter, B eine kleine Welle mit einem äusseren Knopf a, an welcher sich ein Rädchen b befindet, dessen Zacken gegen den Halter c des platten Dochtes drücken, d ist ein zweites Lager der Welle, welches an den Deckel angelöthet ist, e ist ein Verschlussstift mit einem platten Kopf f, welcher durch den Deckel hindurchgeht und mittelst der Spiralfeder g angedrückt wird; die Welle B ist am Ende rechtwinkelig umgebogen und trägt hier das

Fig. 694.

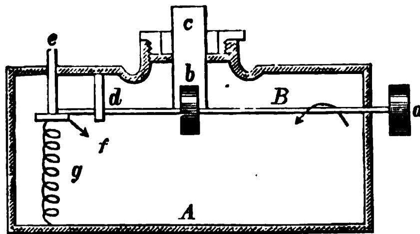


Fig. 695.



Plättchen h mit dem Stift i, Fig. 695. Wird die Welle B in der Richtung des Pfeils gedreht, so hebt sich die Platte h von dem Kopf f, wodurch der Docht steigt, die Drehung kann fast um 360 Grad geschehen, so dass der Docht zu beliebiger Höhe angeschraubt werden kann; soll geöffnet werden, so muss man umgekehrt drehen, damit der Stift i auf den Kopf f drückt und diesen mit dem Stift e herunterzieht, wobei der Docht in die Tülle zurückgezogen wird. Jedenfalls lassen sich diese Drehungen leicht verwechseln. Aehnliche Vorkehrungen sind an vielen anderen Lampen angebracht, so an der oben erwähnten von Heinbach u. a. m. — Bei dem pneumatischen Verschluss von Laurent[359]) wird der schliessende verticale, durch eine Feder angedrückte Stift a, Fig. 696, durch die Biegung eines falschen Bodens b herabgezogen, wenn man die Lampe mittelst einer Kautschukkappe über eine kleine Luftpumpe setzt. — Bei Beuthner[360]) wird beim Losschrauben des Oelkastens die Dochthülse mit dem Docht heruntergezogen, und die Lampe verlischt. — Bei Gilmore[361]) wird durch das Losschrauben des Oelbehälters ein durch eine Feder bewegbarer Auslöscher in Bewegung gesetzt, welcher in der geschlossenen Lampe durch eine lös-

[358]) Oesterr. Zeitschr. a. a. O. S. 39. — Soulié et Lacour a. a. O. p. 55. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome 8. p. 851. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1880. S. 103.

[359]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 385. —

[360]) Glückauf. Essen 1869. No. 44. — Zeitschr. f. B.-, H. ., t. 12. p. 321 Bd. 20 B. S. 383.

[361]) Ebenda. 1869. No. 45. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 45.

bare Arretirvorrichtung festgehalten wird. — Bei Sutcliffe und Clayton ist ein Löscher angebracht, welcher an zwei auf dem Oelbehälter befestigten aufrecht stehenden Ständern auf- und abgleitet und durch einen an einem der letzteren angebrachten Fanghebel in seiner Stellung über der Lichtflamme gehalten wird. Dieser Fanghebel steht mit einer gegliederten Stange in Verbindung, welche sich in einem in der Decke des Oelbehälters befindlichen Geleise bewegt, während am unteren Ende des Gazecylinders

Fig. 696.

ein Sperrrad angebracht ist. Bei dem Aufschrauben des Gazecylinders auf die Lampe weicht die gegliederte Stange den Zähnen des Sperrrades aus, wird aber bei einem Versuch, den Cylinder abzuschrauben, fortbewegt und drückt auf den Fanghebel, so dass der Löscher frei wird, auf die Lichtflamme niederfällt und diese zum Verlöschen bringt[362]). — Ganz eigenthümlich ist die Verschlussvorrichtung in der Lampe von Craig & Bidder[363]). Eine in dem doppelten Boden der Lampe befindliche starke federnde Zunge, an deren freiem Ende zwei eiserne Scheiben aufgelegt sind, führt an demselben Ende einen durch den ganzen Oelkasten bis in die Substanz des aufzuschraubenden Gehäuserandes reichenden Stift, welcher die Drehung desselben verhindert, so lange die Feder frei ist. Setzt man die Lampe auf einen starken Electromagneten, so dass die eisernen Scheiben der Zunge über den Stirnen des Magneten liegen, so wird die Federkraft der Zunge überwunden, diese wird abwärts gezogen und der Stift rückt aus dem in den Rand des Gehäuses gebohrten Loch, so dass die Lampe aus einander geschraubt und demnächst die Verbindung mit dem Magneten wieder gelöst werden kann, um die Lampe von Neuem wieder zusammen zu setzen. — Dr. Schondorff auf Heinitzgrube bei Saarbrücken hat 2 ma-

---

362) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 337. — Dingler polyt. Journal. Bd. 110. S. 155.

363) Der Berggeist. Köln 1870. S. 64. — The Mechanics' Magazine. Vol. 90. p. 426; Vol. 95. p. 480. — Glückauf. Essen 1870. No. 3. — Zeitschr. f. Gewerbe, [illegible] Volkswirthschaft. Redacteur: Dr. Frantz in Beuthen. O. S. 1872. S. 43. — [illegible]ttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 111; 1876. S. 400; [illegible] S. 8. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 500. — Dingler poly[illegible]. Journal. Bd. 223. S. 382.

gnetische Verschlüsse hergestellt[364]). Die Verschlussschraube in der Clanny'schen Lampe wird mit dem Sperrrade a, Fig. 697, 698, versehen, dessen Rückgang durch eine eiserne, mittelst Feder angedrückte Sperrklinke b gehindert wird. Das Zuschrauben erfolgt in gewöhnlicher Weise durch einen Schlüssel, das Oeffnen erst, nachdem die Polplatten N und S durch Berührung mit einem Magneten magnetisirt sind und durch ihre Anziehung die Sperrklinke ausgeschaltet haben. Beim zweiten Verschluss, Fig. 699. 700, tritt an die Stelle der mit Sperrrad versehenen Schraube ein stiftförmiger Riegel R. Ist die Lampe offen, also der Riegel heruntergeschoben, so wird

Fig. 697.

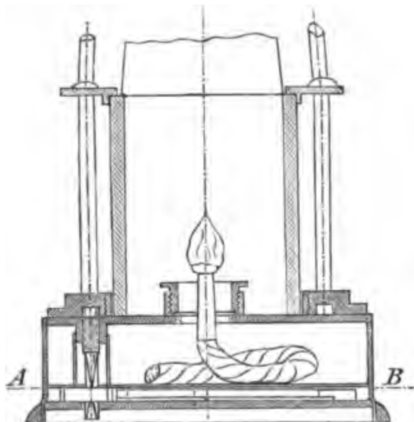
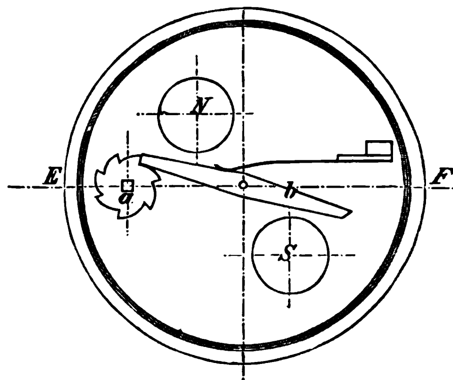


Fig. 698.



die vorher magnetisch ausgeschaltete Sperrklinke b durch den Riegel seitwärts zurückgehalten; wird aber zum Schliessen der Lampe der Riegel hinaufgeschoben, so springt die Sperrklinke unter den Riegel, und dessen Hinunterschieben ist erst dann wieder möglich, wenn durch magnetische Anziehung der Polplatten N und S die Sperrklinke ausgeschaltet ist. — Einen magnetischen Verschluss haben auch die Lampen von Villiers[365]) und von Closson[366]). — Von einfacheren Verschlüssen, welche in neuerer Zeit angegeben sind, mögen noch erwähnt sein, der Keilverschluss von Schmetz in Herzogenrath, welcher die Schraubenverbindung zwischen Oelbehälter und Gestell ersetzt, und welcher mit einer Plombe versehen wird, so dass das unbefugte Oeffnen der Lampe bei deren Abgabe alsbald wahrgenommen werden kann[367]); ferner der Verschluss von Schroeder in

---

[364]) Elektrotechnische Zeitschrift. Berlin 1881. S. 241. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 30 B. S. 253.

[365]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome 8. p. 847.

[366]) Ebenda. p. 850.

[367]) Glückauf. Essen 1878. No. 104.

Dortmund[368]) welcher in einer Vernietung des Obergestells mit dem Oelbehälter besteht, und welchen die Arbeiter, falls sie ihn öffnen sollten, nicht unbeachtet wieder schliessen können, weil der Nietkopf beim Einpressen ein von den Arbeitern nicht nachzumachendes Zeichen erhält; der Lampenmann soll 8 bis 10 Lampen in der Minute vernieten können. Da die Möglichkeit des Oeffnens dieser Verschlüsse durch die Arbeiter immer noch vorhanden ist, so erscheint, wenn auch die That und der Thäter erkennbar sind, dennoch diese Lampe nicht empfehlenswerth.

Fig. 699.

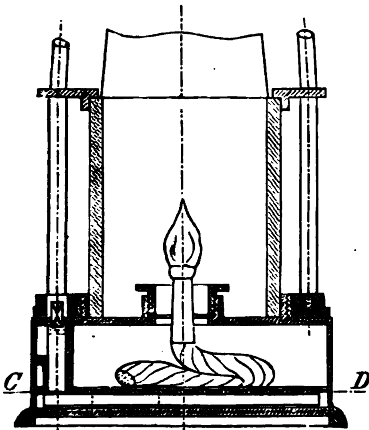
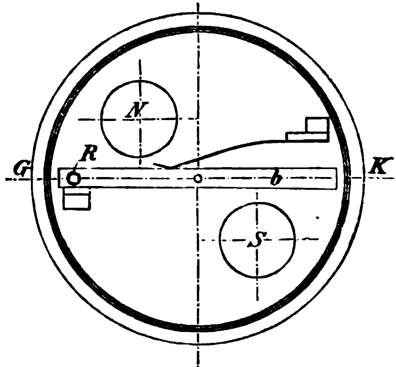


Fig. 700.



Von neueren Versuchen in Betreff der Construction ist noch die Anwendung ringförmiger Dochte zu erwähnen: der Oelbehälter hat unten einen vorspringenden Rand, innerhalb dessen ein horizontales Drahtnetz eingeschraubt ist, unterhalb des Netzes sind in dem Ringe Oeffnungen angebracht, damit die Lampe, auch wenn sie steht, noch Luft erhalten kann.

Hinsichtlich der Leuchtkraft giebt Davy folgende Verhältnisszahlen an:

Lampe von Davy mit Schild und Reflector	49
Grubenkerze	$43^1/_2$
gewöhnliche Lampe von Davy	39
Lampe mit doppeltem Kupferdrahtnetz .	25
grösster Effect der steel-mill	25

Nach Clarke[369]) hatte man folgende Verhältnisszahlen, wobei gewöhnliche Grubenkerzen, wovon 30 Stück auf das Pfund gehen, die Grundlage des Vergleichs bilden:

---

368) Glückauf. Essen 1880. No. 32. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 267.

369) Philipp: on the Ventilation of Mines. p. 55.

Art der Lampe	Gewicht der Lampe	um 1 Licht (6 Stück auf 1 Pfund) zu ersetzen, sind ohne Drahtnetz erforderlich	um 1 Licht (30 Stück auf 1 Pfund) zu ersetzen, sind mit Drahtnetz erforderlich
Davy	1 Pfund 5 Unzen	$2^1/_2$ Lampen	$4^1/_2$ Lampen
Clanny	2 „ 13 „	$3^5/_8$ „	$1^6/_8$ „
Müseler	2 „ 11 „	$3^1/_{16}$ „	$1^1/_8$ „
Stephenson . .	2 „ $4^1/_2$ „	17 „	$8^1/_2$ „
Upton-Roberts	2 „ $4^1/_2$ „	25 „	$12^1/_2$ „

Man hat über die Leuchtkraft der verschiedenen Lampen in explosiven Gasen in England directe Versuche angestellt. Ein Kasten von 30 Centimeter Länge, 28 Centimeter Breite und 10 Centimeter Höhe, welcher an einer Seite mit einer Glaswand versehen ist, wurde mit dem Ausströmungshahn einer Leuchtgasvorrichtung in Verbindung gesetzt und ein Strom dieses Gases von der Geschwindigkeit von 45 Centimeter in der Sekunde durch den Kasten hindurchgeführt; in demselben befanden sich die verschiedenen brennenden Lampen. Die Lampe von Davy explodirte in 6 bis 9 Sekunden, die belgische Lampe von Müseler in 10 Sekunden, die von Clanny kleinerer Construction in 7, die grössere in 10 Sekunden, die von Stephenson in 75 Sekunden[370]. Bei einem anderen gleichen Versuche[371]) zeigte es sich ebenso, dass die Lampen von Davy und Clanny sehr bald explodirten, während die Lampe von Stephenson und ebenso die von Morison ungehindert dem Gasstrom ausgesetzt blieben, ohne zu explodiren.

Auf Eppleton Colliery zu Durham[372]) hat man Versuche angestellt mit Lampen von Davy, Stephenson, Clanny und den durch Gray und Hann verbesserten Lampen von Clanny und dabei gefunden bei einer Geschwindigkeit in der Sekunde von:

	2,511 Meter	3,609 Meter
Lampe von Davy	explodirte in 4 Sec.,	explodirte in 2—3 Sec.,
„ „ Stephenson No. 1	ging aus „ 10 „	brannte weiter n. 60 „
„ „ Stephenson No. 2	„ „ „ 5 „	ging aus in 5—$7^1/_2$ „
„ „ Clanny-Gray . .	„ „ „ 3 „	„ „ „ 3 „
„ „ Clanny	„ „ „ $5^1/_2$ „	explodirte in 6 „
„ „ Hann No. 1	„ „ „ $2^1/_2$ „	ging aus in 21 „
„ „ Hann No. 2	„ „ „ $2^1/_2$ „	„ „ „ 7 „
„ „ Hann No. 3	„ „ „ 4 „	„ „ „ 9 „

	4,551 Meter	6,120 Meter
Lampe von Davy	explodirte in 3 Sec.,	explodirte in 3 Sec.,
„ „ Stephenson No. 1	ging aus „ 3 „	ging aus in 6 „
„ „ Stephenson No. 2	„ „ „ 5 „	„ „ „ 14—19 „
„ „ Clanny-Gray . . .	„ „ „ 3 „	„ „ „ $3^1/_2$ „
„ „ Clanny	—	—
„ „ Hann No. 1	ging aus in 6 Sec.,	brannte weiter n. 30 Sec.,
„ „ Hann No. 2	—	„ „ „ 26 „
„ „ Hann No. 3	—	—

[370]) The Mechanics' Magazine. Jahrg. 1867. S. 112. — Glückauf. Jahrg. 1867. No. 37.
[371]) The Mechanics' Magazine. Jahrg. 1867. S. 183.
[372]) Der Berggeist. Köln 1869. S. 477. — Glückauf. Essen 1870. No. 1. — Annales der travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. XXVI. p. 5.

	7,846 Meter		10,828 Meter	
Lampe von Davy	explodirte in	1 Sec.,	explodirte in	1 Sec.,
„ „ Stephenson No. 1	ging aus „	4 „	„ „	4 „
„ „ Stephenson No. 2	explodirte „	3 „	—	
„ „ Clanny-Gray . .	brannte weiter n.	30 „	brannte weiter n.	15—20 „
„ „ Clanny	explodirte in	2 „	—	
„ „ Hann No. 1 . . .	brannte weiter n.	26 „	brannte weiter n.	20 „
„ „ Hann No. 2 . . .	—		„ „ „	26 „
„ „ Hann No. 3 . . .	—		—	

	12,083 Meter
Lampe von Davy	explodirte momentan
„ „ Stephenson No. 1	ging aus
„ „ Stephenson No. 2	explodirte
„ „ Clanny-Gray . . .	—
„ „ Clanny	—
„ „ Hann No. 1	brannte weiter
„ „ Hann No. 2	„ „
„ „ Hann No. 3	—

Nach diesen Versuchen kann man nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass eine Lampe die andere an Sicherheit überträfe; zur Erkennung der Gefahr reicht jedenfalls auch die Lampe von Davy aus, aber um der Gefahr rechtzeitig entgehen zu können, wird man eine der anderen Constructionen in regelmässigen Gebrauch zu nehmen haben.

Auch in Belgien hat eine Commission eingehende Versuche angestellt und dabei die Lampe von Davy, Müseler, Combes, Morison und zwei von ihr selbst construirte Lampen A und B untersucht[373]). Die Versuche sind mit einer Mischung aus Leuchtgas und Luft theils in ruhigen Wettern, theils im Wetterstrome angestellt und dabei folgendes Endergebniss gefunden:

1. Die gewöhnlichen Drahtgewebe, bei denen das Verhältniss der Fläche der Oeffnungen zu der ganzen Fläche zwischen 0,26 und 0,43 schwankt, bilden nur dann genügende Schutzmittel gegen die Möglichkeit einer Explosion, wenn das die Lampe umgebende Gasgemenge in Ruhe ist und das Drahtnetz nicht lange rothglühend ist.

2. Die Drahtgewebe, bei denen das Verhältniss der Oeffnungsfläche zur ganzen Fläche 0,43 ist, bieten der Flamme nicht ausreichende Widerstände gegen ein Durchschlagen, wenn die Lampe einem Wetterstrome von 1,7 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde in einem Gasgemisch ausgesetzt ist; da diese Geschwindigkeit häufig erreicht und übertroffen wird, muss man auf den Gebrauch von Sicherheitslampen mit einfachem Drahtgewebe verzichten.

3. Als ein Schutzmittel gegen die Gefahr einer Explosion ist die Anbringung eines Schirms anzusehen, durch welchen das Antreiben der Flamme gegen das Gewebe verhindert wird.

---

[373]) Expériences sur les lampes de sûreté in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIII. p. 723. — Glückauf. Essen 1869. No. 47.

4. Damit eine Lampe mit Glascylinder leicht gehandhabt werden könne, ohne zu verlöschen, muss ein Luftzutritt von oben in den Cylinder stattfinden.

5. Wenn der Luftzutritt nur von oben durch das Glas erfolgt, werden die der Luftbewegung in der Lampe sich entgegenstellenden Widerstände durch eine Kraft überwunden, welche von der Temperatur der erwärmten ausziehenden Gase und von der Höhe zwischen dem Orte des Eintritts der frischen Luft und dem des Abzuges des Rauches abhängig ist; wird die Lampe geneigt, so vermindert sich die wirkende Höhe und wird diese sehr klein, so verlöscht die Lampe, was man durch Verringerung der Widerstände oder durch Vergrösserung der wirkenden Höhe zu vermindern sucht.

Nach diesen Hauptresultaten stellte die Commission Folgendes fest:

1. Die im Allgemeinen wegen ihrer Einfachheit zu empfehlende Lampe von Müseler hat nur eine geringe Beleuchtungszone und bedarf wegen des leichten Verlöschens einer geschickten Handhabung durch die Arbeiter. Man kann sie verbessern durch Erhöhung des Schornsteins und des Drahtnetzes oder durch Erweiterung des Schornsteins oder durch Vergrösserung der Höhe des Glascylinders, was die Sicherheit nicht beeinträchtigt, wenn nur der Schornstein hoch und eng genug bleibt, damit die Flamme nicht bis zum Deckel aufsteigen kann und derselbe tief genug unter die Scheidewand hinunterragt, damit der Luftstrom nicht direct die Dochtflamme erreichen kann.

2. Die Lampe A, bei welcher der Luftzutritt nur von oben stattfindet, und welche mit einem Schornstein versehen ist, verträgt eine grössere Neigung, als die Lampe von Müseler und ist deshalb leichter zu handhaben; sie hat ausserdem eine grössere Leuchtkraft und Beleuchtungszone, als jene.

3. Die Lampe B lässt wie die von Combes die Luft oben und unten zutreten, sie verlöscht nicht eben so leicht, als die Lampen, welche lediglich oberen Luftzutritt haben, sie hat eine grössere Lichtstärke und kann ohne Nachtheil bewegt und geneigt werden.

4. Die Lampe von Morison ist zu complicirt, um ohne bedeutende Aenderungen in den praktischen Gebrauch eingeführt zu werden.

Noch ausführlichere Versuche wurden im Auftrage der Regierung von einer belgischen Commission zu Lüttich vorgenommen, welche die vorzugsweise Brauchbarkeit der Lampe von Müseler von Neuem constatirte[374]).

Auf der Hettongrube bei Durham hat man sich des folgenden Apparats zur Untersuchung der Sicherheitslampen bedient[375]). Ein hölzerner Kasten von 3 Meter Länge und 0,25 Quadratmeter Querschnitt hat an der Vorderseite drei Glasfenster, von denen das erste a, Fig. 701

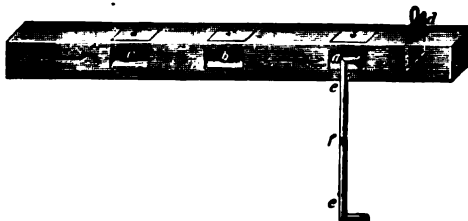
---

[374]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 31. p. 306.

[375]) Annales des mines. Paris. t. XII. p. 570.

zur Aufnahme des Rohres dient, durch welches das Gasgemenge zugeführt wird; an der zweiten Oeffnung b wird ein Anemometer zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Luftstroms angebracht, an der dritten c endlich die zu untersuchende Lampe aufgestellt. Eine Schütze d dient zur Regulirung des Luftstromes. Die Zuleitungsröhre e hat einen Durchmesser von 50 Millimeter und mündet in eine Brause nach Art der Giesskannen; mit

Fig. 701.



einem Hahne f wird die Geschwindigkeit des Gasstromes geregelt. Bei sss sind Klappen angebracht, welche sich von Innen nach Aussen öffnen und den Austritt der Verbrennungsproducte bei der Gasexplosion gestatten.

Mit diesem Apparat sind auf der Hettongrube zahlreiche Versuche angestellt worden.

Die Bewartung der Sicherheitslampen erfolgt zweckmässig durch die Grubenverwaltung, wofür in einzelnen preussischen Bergwerksrevieren ausdrückliche Vorschriften bestehen[376]); man hat dadurch die Gewissheit, dass jeder Bergmann eine gut gereinigte, unbeschädigte und verschlossene Lampe in die Hand bekommt. In England dagegen[377]) bleibt nur der Oelbehälter auf der Grube, während die Bergleute die zugehörigen Drahtcylinder zur Reinigung in ihre Behausung nehmen. In dem englischen Bergbaugesetz von 1872 ist vorgeschrieben, dass die Sicherheitslampen vor ihrem Gebrauch genau geprüft und sicher verschlossen sein müssen, auch nur von besonders dazu bestellten Aufsehern, welche die Schlüssel in Verwahrung haben, geöffnet werden dürfen[378]). In dem schon mehrfach angezogenen Gesetz vom 3. März 1870 über die Ventilation der Bergwerke in Pennsylvanien Section IX[379]) wird bestimmt, dass die Sicherheitslampen Eigenthum des Grubenbesitzers und der Obhut einer sicheren Person unter Aufsicht des Wetteraufsehers anvertraut sein sollen; die Arbeiter haben die brennende Lampe also erst beim Beginn der Schicht auf der Grube zu empfangen. — Für die Arbeiter zu Steierdorf im Banat ist über die Handhabung der Sicherheits-

---

[376]) Dr. Achenbach: die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistrikts. Köln 1859. S. 101. 111. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 A. S. 24.

[377]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10 B. S. 54.

[378]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 377.

[379]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

lampen von dem Ingenieur Heinbach eine besondere Instruction erlassen[380]), wonach die Arbeiter die Lampen anzukaufen und in Ordnung zu halten haben, während die Lampenaufseher dieselben nur vor Beginn der Schicht revidiren. Ist eine Lampe einer Reparatur zu unterwerfen, so erfolgt dieselbe auf der Grube für Rechnung des Arbeiters; während der Reparatur erhält derselbe aus den Beständen der Grube eine Reservelampe. Derartige Vorschriften sind auch durch die schon erwähnte Polizeiverordnung der Berghauptmannschaft zu Wien vom 21. Juni 1877[381]); so wie durch die Verordnung des Königs von Belgien vom 17. Juni 1876 und die zugehörige Instruction von demselben Tage[382]) angeordnet.

Als Leuchtmaterial wird gereinigtes Rüböl angewendet, welches am wenigsten Russ veranlasst; da dieses Oel in der Regel freie Säuren enthält, ist es gut, das Innere des Oelbehälters zu verzinnen. Zuweilen werden Hydrocarbüre als Leuchtmittel benutzt, die aber wegen ihrer starken Neigung zum Russen nicht zu empfehlen sind. Benzin dient als Material in der Lampe von Wolf (oben S. 453).

Geflochtene platte Dochte sind in mancher Hinsicht besser, als gedrehte runde, lassen sich auch leichter putzen. Zum Putzen hat man für die runden Dochte einen Draht mit einem Haken an der Spitze, welcher durch den Oelbehälter hindurchgeht, von Aussen her auf- und abgeschoben und gedreht werden kann; bei platten Dochten bringt man wohl auch seitwärts eine Welle an, welche eine mit Spitzen versehene Scheibe trägt, wodurch das Putzen und Auf- und Abbewegen des Dochtes bewirkt wird; es empfiehlt sich diese Methode auch besonders bei Untersuchung mit der Sicherheitslampe auf schlagende Wetter, weil man die Stellung des Dochtes mehr in der Gewalt hat.

Das Reinigen der Drahtnetze erfolgt entweder durch Ausglühen über einem schwachen Kohlenfeuer oder schnell flackerndem Feuer von Hobelspänen oder durch Auskochen, wozu man verschiedene alkalische Lösungen verwendet, z. B. in der Gegend von Aachen eine Lösung von 1 Theil Soda in 7 Theilen Wasser; nachdem die Netze in derselben gekocht sind, werden sie in reinem Wasser abgespült und demnächst getrocknet; in der Gegend von Anzin werden die Drahtnetze in einer Lösung von 20 Pfund Pottasche in 500 Liter Wasser gereinigt, indem etwa 40 Drahtcylinder auf Stäbe einer Trommel gesteckt werden, welche in die Flüssigkeit eintaucht und darin gedreht wird, während die Drahtnetze gleichzeitig gegen zwei Bürsten gerieben werden; die Lauge wird nur erneuert, wenn sie schmutzig ist, dagegen wird ein täglich frisch bereitetes Bad von

---

[380]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 293.

[381]) Brassert Zeitschr. f. Bergrecht. Bonn 1879. S. 13. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 341.

[382]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome 7. p. 908.

2 Pfund Aetzkalk auf 100 Liter Wasser angewendet, in welchem die Netze abgespült werden, alsdann folgt schnelles Trocknen auf warmem Ofen und Abreiben mit der Hand. Drahtcylinder, welche zur Reserve dienen, werden eingeölt, um sie vor Verunreinigung und Rost zu schützen. In Manchester benutzt man zwei walzenförmige Bürsten, welche mittelst eines Trittschemels und einer Riemenscheibe gegen einander gedreht werden und nach zwei bis drei Umdrehungen die Reinigung bewirken sollen[383].

Jede Lampe erhält eine Nummer, welche einem bestimmten Arbeiter zugetheilt wird, um jederzeit controliren zu können, welcher Arbeiter seine Lampe nicht in ordnungsmässigem Zustande erhält.

Beim Fahren muss man mit der Sicherheitslampe nicht schleudern, muss zu starke Wetterströme vermeiden, die Lampe tief halten, um das Entzünden der ausserhalb der Lampe befindlichen entzündlichen Wetter zu vermeiden[384]. Wenn während des Fahrens oder der Arbeit der Draht glühend wird, darf man die Flamme nicht ausblasen wollen, weil dann sofort eine Explosion bewirkt werden kann, vielmehr muss man den Docht mit grosser Vorsicht herunterziehen und so die Lampe auslöschen; brennt dann das Gas im Innern des Drahtnetzes noch fort, so bedeckt man die Lampe mit den Kleidern oder einem nassen Tuche oder stülpt eine bereit gehaltene Kapsel darüber.

Sonstige Vorsichtsmassregeln beim Auftreten schlagender Wetter bestehen darin, dass man durch Feuermänner oder zuverlässige Arbeiter die Arbeitspunkte sorgfältig untersuchen lässt, bevor die Belegschaft vor Ort geht, dass man Signale ausstellt, wenn die Arbeiten gefährlich sind, um vor dem Betreten der Oerter zu warnen, dass man die Baue mit Spreizen und Verschlägen versieht, damit sie von Unbefugten nicht betreten werden, dass man den alten Mann fest abschliesst, um gleichfalls das Betreten zu verhindern. In England geht man in neuerer Zeit von dieser letzten Massregel ab[385], indem man vielmehr die Wetter von den Bauen noch durch den alten Mann streichen lässt und dann erst in der Hauptwetterstrecke sammelt, wodurch jede Anhäufung schlagender Wetter im alten Mann verhütet werden soll.

Wenn bei Sicherheitslampen gearbeitet werden muss, ist das Mitnehmen offener Lampen und von Feuerzeug, sowie das Tabackrauchen aufs Strengste zu untersagen und zu verhindern; man richtet an den Füllörtern oder an sonst ungefährlichen Punkten in der Grube Lampenstätten ein, wo jeder Fahrende sein offenes Grubenlicht zurücklässt und mit einer hier empfangenen Sicherheitslampe weiterfährt. Um das Anzünden verloschener Lampen unnöthig zu machen, werden an bestimmten Punkten

383) The Mining Journal. London 1876. p. 1007.
384) Glückauf. Essen 1876. No. 5.
385) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. S. 48.

angezündete Reservelampen gehalten, was namentlich bei der leicht verlöschenden Lampe von Müseler nothwendig ist.

Sprengarbeit beim Vorhandensein schlagender Wetter lässt sich nicht absolut untersagen, muss aber mit grosser Vorsicht ausgeführt werden, bei starker Concentration schlagender Wetter ist sie aber unbedingt zu verbieten, wie es beispielsweise (siehe oben S. 320) auf der Steinkohlengrube Neu-Iserlohn in Westfalen geschehen ist. Die Anwendung Bickford'scher Zünder soll zu empfehlen sein, weil sie den Zündkanal dichter verschliessen, als bei den übrigen Zündmethoden geschieht; in Belgien, bei Mährisch-Ostrau setzt man alte Drahtcylinder auf das Bohrloch, bevor das Schwefelmännchen angezündet wird, in Westfalen erfolgt die Entzündung vielfach mittelst Schwamm, so dass gar keine helle Flamme erzeugt wird. In England gehen die Bestrebungen vielfach dahin, die Anwendung der Sprengarbeit mittelst explosibler Sprengstoffe beim Vorhandensein schlagender Wetter durch Gesetz zu untersagen; bis jetzt ist die Regierung auf derartige Anträge nicht eingegangen[386]). In den preussischen Bergrevieren sind besondere Vorsichtsmassregeln für den Betrieb ansteigender Baue auf mit schlagenden Wettern behafteten Gruben polizeilich vorgeschrieben, meist dürfen sie nur unter ausdrücklicher Genehmigung der Bergbehörde und unter Beobachtung der vorgeschriebenen Schutzmassregeln betrieben werden. Auf dem Schachte Lachaux zu Firminy hat man ein solches Aufhauen 365 Meter hoch mit aller Vorsicht ausgeführt[387]). Ueber den indirecten Einfluss der Sprengschüsse auf Explosionen an entfernteren Punkten durch die Wirkung der Schallwellen, welche Galloway in mehreren Fällen constatirt hat, ist bereits oben S. 327 gesprochen.

Vor allen Dingen muss aber die Betriebsleitung stets im Auge behalten, dass die Sicherheitslampe nur ein, wenn auch sehr schätzbares Mittel zum Erkennen der schlagenden Wetter, aber nicht zur Beseitigung der Gefahren ist, dass es dagegen immer darauf ankommt, durch hinreichende frische Wetter die Ansammlung schlagender Wetter zu verhindern, um Gefahrlosigkeit zu erlangen.

In allen Bergwerksrevieren ist diesem erheblichsten Feinde des Steinkohlenbergbaues, welcher schon die beklagenswerthesten Opfer gefordert und vielen Hunderten Menschen gleichzeitig das Leben geraubt hat, die grösste Aufmerksamkeit geschenkt, und hat man durch Erlass von Polizei-Verordnungen die anzuwendenden Vorsichtsmassregeln einschärfen wollen. So z. B. sind die für den Bezirk des Oberbergamtes zu Bonn erlassenen Vorschriften bereits oben erwähnt[388]), welche neuerdings in der von dem-

---

[386]) The Mining Journal. London 1875. p. 80; 1876. p. 306. 316.

[387]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome III. p. 445.

[388]) Dr. Achenbach a. a. O. S. 101. 111.

selben Oberbergamt gegebenen allgemeinen Polizei-Verordnung vom 8. November 1867 wiederum Ausdruck gefunden haben[389]). Aehnliche Verordnungen ergingen durch das Oberbergamt zu Dortmund schon im Jahre 1846[390]) und sind erneuert durch die Bergpolizei-Verordnung vom 9. März 1863[391]), welche sich über die Wetterführung, Beleuchtung und Schiessarbeit ausspricht. Eine specielle Instruction über die Handhabung der Sicherheitslampen ist unter dem 30. März 1867 für die Mannschaft des Steinkohlenbergbaues Thinnfeldschacht von Steierdorf im Banat bekannt geworden und bezieht sich hauptsächlich auf die Lampe von Heinbach[392]). Auch für den Gebrauch der Sicherheitslampen auf den englischen Steinkohlenbergwerken bestanden schon früher allgemeine Vorschriften[393]) und sind neuerdings in dem Gesetz vom 28. August 1860 (23 a. 24. Vict. cap. 151.) zur Ordnung und Beaufsichtigung der Bergwerke[394]) im Art. IX. 3. mit gesetzlicher Kraft erneuert worden. Auch in Belgien bestanden schon in früherer Zeit Vorschriften über diesen Gegenstand; so Règlement général du 1. Mars 1850 concernant l'aérage, l'éclairage et l'emploi de la poudre dans les travaux d'exploitation, notamment dans les houillières à grisou[395]), ferner Règlement provisoire du Juillet 1851 concernant l'emploi de lampe de sûreté dans les mines à grisou[396]) und in neuerer Zeit ist durch eine Polizei-Verordnung vom 29. April 1864: Arrêté concernant l'éclairage des mines à grisou die Sicherheitslampe von Müseler obligatorisch eingeführt worden[397]); vergl. oben S. 460.

II. Stationäre Beleuchtung.

Eine stationäre Beleuchtung ist stets wünschenswerth bei grossen Förderungen an Füllörtern und Sammelpunkten, ebenso in Hauptförderstrecken, auch an Bremsbergen; in England bringt man sie beim Vorhandensein schlagender Wetter stets an den Stellen an, wo lebhafte Förderung umgeht. Man wendet hierzu grosse Laternen mit Oellampen oder dergleichen, in neuerer Zeit mit Petroleumlampen an und versieht dieselben an besonders hell zu erleuchtenden Orten mit Reflectoren. Auch unterstützt man die

---

389) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 15 A. S. 95.

390) Ebenda. Bd. 1 B. S. 154.

391) Ebenda. Bd. 11 A. S. 60.

392) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1867. S. 285.

393) Serlo, v. Rohr, Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10 B. S. 54.

394) Dr. Achenbach: das englische Gesetz vom 28. August 1860 Zeitschr. f. Bergrecht von Brassert und Dr. Achenbach. Jahrg. 1860. S. 492.

395) Annales des travaux publics de Belgique. Bd. 8. p. 94. Documents administratifs.

396) Ebenda. Bd. 10. p. 10. D. a.

397) Ebenda. Bd. 21. p. 82. D. a.

Beleuchtung dadurch, dass man die Füllörter mit Kalkmilch ausweist[398]). Gurney schlägt vor, an den Schachtmündungen über Tage Reflectoren oder Sammellinsen aufzustellen, um von hier aus die Füllörter zu beleuchten; der Vorschlag empfiehlt sich für die Praxis nicht. Eine Verordnung des Oberbergamts zu Breslau vom 20. November 1869 ordnet die Erleuchtung der An- und Abschlagspunkte der Schächte durch stationäre Lampen polizeilich an. — In Westfalen hat man auf einigen Gruben zur Beleuchtung der Ladebühnen Petroleumlampen mit dem verbesserten Wolpert'schen Rauch- und Luftsauger in Anwendung gebracht und ein ruhiges und sparsames Brennen und die Reinhaltung der Laternen von Rauch erreicht[399]). — Am Harz, wo die Cylinder der Petroleumlampen vielfach sprangen und Entzündungen des Petroleums stattfanden, hat man den sog. Sturmlampenbrenner eingeführt; es sind dies Flachbrenner von 168 Millimeter Weite. Der untere Theil des Cylinders besteht aus Glas, der obere aus Messingblech. Die Lampen vermehrten die Leuchtkraft, die Cylinder die Haltbarkeit, so dass diese Sturmbrenner bei Lampen in Zugluft sehr empfehlenswerth sind[400]).

Wichtiger ist die Anwendung des electrischen Lichtes beim Vorhandensein schlagender Wetter, indem man Kohlenspitzen in verschlossenen Glasgefässen auf electrischem Wege zum Glühen bringt, dabei beschlagen aber die Gläser leicht, auch muss man wegen des Abbrennens den Abstand der Kohlenspitzen öfter reguliren, wozu man den Apparat öffnen muss, was gefährlich sein kann; besser ist es daher, hierfür Platinspitzen anzuwenden.

Viel vortheilhafter ist es, das electrische Licht mit electromagnetischem Rotationsapparat in Verbindung zur Anwendung zu bringen, was schon 1861 in Vorschlag gebracht ist und durch die auch portativ zu benutzende Lampe von Benoït und Dumas[401]) in die Praxis eingeführt ist. Dieselbe besteht aus drei wesentlichen Theilen: aus einer Zinkkohlenbatterie, aus einem Ruhmkorff'schen Inductionsapparate, aus einer Geissler'schen Leuchtröhre. Die Batterie B in Fig. 702 ist aus einem einfachen Bunsenschen Elemente zusammengesetzt. Ein cylinderisches Gefäss von Zink aa, innerlich amalgamirt, aussen mit einem Kautschuksack überzogen, bildet den äusseren Becher, welcher oben eine verstärkte Flantsche mit 4 eingesetzten Schrauben bb trägt und mit einem Holzdeckel cc und einem zwischen gelegten Gummiring dicht verschlossen ist. An der Mitte dieses Deckels ist ein präparirter Kohlenstab d angeschraubt, welcher bis nahe auf den Boden

---

[398]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 186.

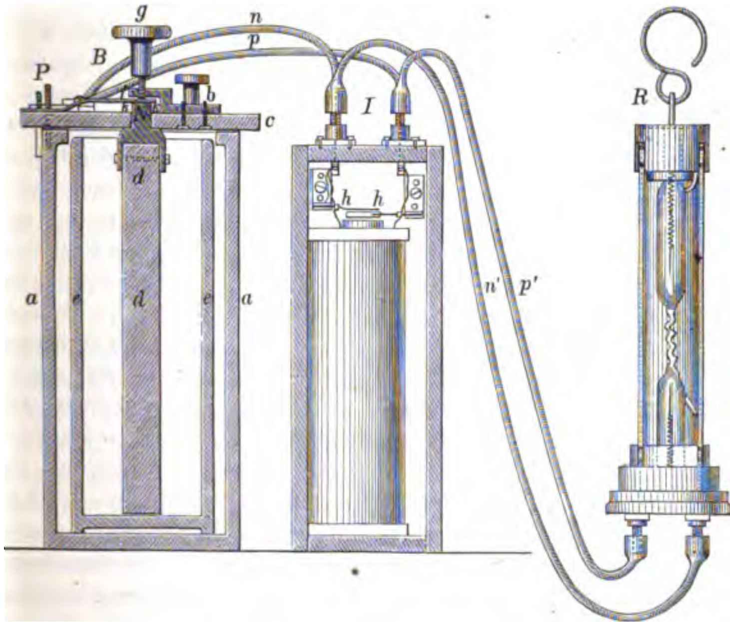
[399]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 382.

[400]) Ebenda. Bd. 24B. S. 166.

[401]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10C. S. XXVI; Bluhme: die photoelektrische Sicherheitslampe ebenda. Bd. 13B. S. 97. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. IX. p. 1.

reicht. Zur Trennung der Flüssigkeiten wird zwischen beide eine Thonzelle ee gesetzt, welche genau auf dem Boden aufsteht und oben bis an den Rand des Zinkgefässes ragt, so dass beim Festschrauben des Deckels auch die Thonzelle festgehalten wird. Die Batterie hat eine äussere Höhe von 23 Centimeter, einen Durchmesser von 10 Centimeter und wiegt 3,7 Kilogramme. Nach Dumas wird in das äussere Zinkgefäss verdünnte Schwefelsäure von 10 Grad Beaumé, in die Thonzelle solche von 18 Grad Beaumé mit circa

Fig. 702.



100 Gramm aufgelöstem doppeltchromsaurem Kali gegossen, ein intensiveres Licht wird bei Anwendung von Salpetersäure erreicht, doch sind die entweichenden salpetrigen Gase zu belästigend. Wenn der Deckel aufgeschraubt ist, ragt der positive Pol P von dem Zinkgefäss durch eine der Schrauben hervor, während in der Mitte des Deckels der negative Pol N von dem Kohlenstücke aus durch einen metallenen Stift hervorragt und in dem Knopfe K endigt. An den Pol P wird ein gewöhnlicher übersponnener Leitungsdraht angeschraubt, dessen Ende an einer metallenen Feder f endigt, welche auf dem Holzdeckel befestigt ist und frei über dem mittleren Knopfe liegt. Auf diese Feder drückt eine Schraube mit Hornknopf g, welche ähnlich wirkt, wie die Schlüssel an den Morse'schen Apparaten; schraubt man dieselbe zu, so berührt die Feder den Knopf, wodurch die Leitung geschlossen ist, so dass dieser Knopf zur Ingangsetzung oder Unterbrechung der Thätigkeit des Apparats dient. Der erzeugte hydroelectrische Strom geht durch den Leitungsdraht unmittelbar in den Inductionsapparat J,

welcher ein Ruhmkorff'scher Apparat von $16^1/_2$ Centimeter Höhe des inneren Eisenbündels ist. Die Hauptspirale von 1 Millimeter Dicke macht zwei Windungen um den Eisenkern, während die Nebenspirale zur Erzeugung des inducirten Stromes aus einem $^1/_5$ Millimeter dicken Kupferdraht besteht und in 36facher Umwicklung die Hauptspirale umgiebt. Zur Unterbrechung des Hauptstroms dient ein Wagner'scher Hammer h am oberen Ende des Eisenbündels. Dieser Inductor ist in einem dicht schliessenden hölzernen Kästchen enthalten, welches mit einem Kautschukfutteral überzogen ist. Die zwei Drähte vom Hauptstrom pn sowohl, wie die vom inducirten Strom p'n' treten an der oberen kurzen Seite aus dem Kästchen hervor und sind hier durch dicke Kautschukhüllen geschützt. Das Kästchen ist 22 Centimeter hoch, 8 Centimeter breit, es wird in den Ledersack neben die Batterie gesteckt, worauf die Drähte des Hauptstroms an die Pole PN geschraubt werden. Das Gewicht des Inductors beträgt 1,89 Kilogramme. Die eigentliche Lampe oder Geissler'sche Röhre R steckt in einem äusseren Glascylinder, welcher oben und unten durch Messingringe gefasst und zum Schutz mit Messingstäben umgeben ist; am obern Ring befindet sich ein Haken zum Anfassen, während im unteren Ringe die beiden Drähte des inducirten Stromes münden, deren Pole in den beiden Enden der Geissler'schen Röhre eingeschmolzen sind, wo sie sich auf eine Entfernung von 5,5 Centimeter nähern, zwischen beiden Spitzen ist das Röhrchen noch in 12 Umgängen gewunden, während die sonstige Form der Röhre willkürlich ist. Ihr Licht ist bei der Thätigkeit des Apparats matt blassroth. Das Gewicht der eigentlichen Lampe beträgt 569 Gramm. Die Länge der Drähte vom Inductor bis zur Lampe beträgt 78 Centimeter; hängt also der Arbeiter die Tasche um und nimmt die Lampe in die Hand, so kann er mit derselben auf 78 Centimeter Entfernung überall hinleuchten. Die Anschaffungskosten der Lampe betragen gegen 150 Mark, die Unterhaltung auf den Tag nicht über 7 Pfennig, da die einmalige Füllung auf mehr als 12 Stunden ausreicht. Die Leuchtkraft der Lampe ist in Saarbrücken bei angestellten Versuchen in der Weise ermittelt, dass sich verhält

das Licht der Sicherheitslampe von Davy zu
dem der photo-electrischen wie 1,28 : 1
der Müseler'schen Lampe . . . . . . wie 3,72 : 1
eines gewöhnlichen Grubenlichts . . wie 6,5 : 1
eines Wachslichts (von $^1/_6$ Pfd.) . . wie 7,1 : 1

Aehnliche Resultate sind bei den durch Lottner[402]) in der Bergakademie zu Berlin veranlassten photometrischen Untersuchungen gewonnen, nach denen zur Erreichung des Leuchteffects einer Normalkerze, wie sie zur Bestimmung der Leuchtkraft des Gases in der städtischen Gasanstalt zu Berlin verwendet werden, erforderlich sind:

[402]) Lottner gewann dieser vielleicht letzten ihm bekannt gewordenen neueren Erscheinung im Gebiete der Bergbaukunde noch das lebhafteste Interesse ab.

4	Sicherheitslampen	von	Davy
2	„	„	Herold
2½	„	„	Müseler
2	„	„	Clanny
30 bis 40 photo-electrische Lampen.			

Obwohl die Leuchtkraft dieser Lampe hiernach verhältnissmässig gering ist, so genügt doch ihr Licht vollständig, um bei der Fahrt zu erhellen und für Orientirungen an solchen Stellen zu dienen, wo man wegen Anhäufung schlagender Wetter oder von Stickwettern mit anderen Lampen nicht eintreten darf. Dieser nicht zu gering anzuschlagende Vorzug verspricht der Lampe Anwendung auf Steinkohlengruben, welche mit schlagenden Wettern behaftet sind, wiewohl noch mancherlei Mängel zu beseitigen sein möchten. Dahin gehört das grosse 7,25 Kilogramm betragende Gewicht des ganzen Apparats, so wie die leichte Zerbrechlichkeit der Thonzelle, welche die Handhabung sehr erschweren; während die Reinigung der Batterie und Füllung, welche täglich zu erfolgen haben, nicht grössere Mühe macht, als die Reinigung der Sicherheitslampen, erregt der Wagner'sche Hammer für stetigen Gebrauch Bedenken, da derselbe häufig feinere Reparaturen erfordern wird. Obwohl darüber noch keine Erfahrungen vorhanden sind, steht mit ziemlicher Gewissheit zu erwarten, dass die Gase, mit denen die leuchtende Röhre erfüllt ist, sich allmälig zersetzen und die Leuchtkraft aufhört; man wird daher eine Zahl Reserveröhren halten müssen. Die Funken, welehe beim An- und Abschrauben der Drähte, eben so am Hammer des Inductors sich zeigen, sind nach den angestellten Versuchen in explosiven Gasen nicht zur Entzündung geeignet, dagegen sind etwaige Funken des inducirten Stroms von der grössten Gefahr für eine Entzündung schlagender Wetter, so dass bei einem durch Unvorsichtigkeit stattfindenden Zerreissen der Drähte die dann überspringenden Funken Explosionen bewirken können.

Hiernach bedarf die Lampe noch mancherlei Verbesserungen, bevor sie allgemeine Einführung erfahren kann, aber schon jetzt ist sie ein sehr schätzbares Mittel, in sehr starken schlagenden Wettern nöthige Durchhiebe zu bewerkstelligen, so wie zum Zwecke von Rettungsarbeiten in sonst nicht erreichbare Räume einzudringen. So hat man auf dem Albertschacht bei Saarbrücken bei der Abmauerung eines starken Bläsers von Schlagwettern, nachdem solche mit anderen Sicherheitslampen nicht gelungen war, mit gutem Erfolge sich dieser Lampe bedient, bei welcher die Arbeit in kurzer Zeit zu Ende geführt werden konnte[403]). — Auf den Saarbrücker Gruben hat man gefunden, dass die Füllung des Bunsen'schen Elements leicht ausfliesst und den Apparat so wie die Tasche beschädigt; man hat deshalb statt desselben ein Flaschenelement (pile bouteille) angewendet und dadurch den Missständen so weit abgeholfen, dass der ganze Apparat transportabler

[403]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 383.

geworden ist, und dass man, wenn das Element nicht mehr benutzt werden soll, durch einfaches Herausnehmen der Zinkplatte aus der Füllung dasselbe sofort ausser Thätigkeit setzen und so eine unnütze chemische Abnutzung verhindern kann. Das Element besteht aus Kohle und Zink und steht in einer Lösung von chromsaurem Kali, Schwefelsäure- und Wasser; es ist leicht transportabel, liefert einen kräftigen Strom und einen stärkeren Lichteffect[404]).

Die Lampen zur Benutzung des electrischen Lichtes in Gruben mit schlagenden Wettern bergen, wie schon erwähnt, die Gefahr der Entzündung der schlagenden Wetter nicht nur durch den Lichtbogen selbst, sondern auch durch das Herabfallen brennender Kohlensplitter. Um diesen Gefahren entgegenzutreten, sind geeignete Lampen construirt von Swan[405]), von Brush[406]), von Edison[407]); mit der erstgenannten Lampe sind vor einer englischen königlichen Commission befriedigende Versuche[408]) angestellt; dieselbe hat aber constatirt, dass, wenn innerhalb eines Gasgemisches die Glashülle der Lampe zerspringt, eine Explosion bewirkt wird. Auf Steinkohlengruben scheint es deshalb zu einer regelmässigen Benutzung der electrischen Beleuchtung beim unterirdischen Betrieb bisher nirgends gekommen zu sein, wogegen dies z. B. auf dem ungarischen Salzwerke Maros-Ujvár geschehen ist[408a]).

In England wird in sehr ausgedehntem Maasse Gasbeleuchtung angewendet, welche der Natur der Sache nach nur stationär sein kann, sich auf Füllörter und Hauptstrecken beschränken muss, während man darauf zu verzichten hat, dem Abbau mit dieser Beleuchtung zu folgen[409]); auch auf der Königlichen Steinkohlengrube König in Oberschlesien, auf den Gruben bei Saarbrücken, in dem Kalksteinbruch bei Rüdersdorf bediente man sich der Gasbeleuchtung in der Nähe der Schächte, am letzteren Orte zur Erleuchtung der Bruchwände während der Nachtarbeit.

Es ist dies eine ökonomische Frage, da das Gas jedenfalls billiger,

---

[404]) Ebenda. Bd. 23B. S. 113.

[405]) Glückauf. Essen 1881. No. 16. — Revue universelle. 2 série, tome 10. p. 198. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 26. S. 553. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 652.

[406]) Dingler polyt. Journal. Bd. 237. S. 411. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 528.

[407]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 31. p. 130.

[408]) Glückauf. Essen 1881. No. 50. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Königshütte 1881. S. 102. — Dingler polyt. Journal. Bd. 245. S. 93.

[408a]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 296. — Der Berggeist. Köln 1882. S. 297.

[409]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 87.

aber auch heller, als Oel ist; ob die Anwendung von Petroleumlampen nicht noch vortheilhafter sein möchte, ist zweifelhaft.

Gewöhnlich führt man das Gas in eisernen Röhren an der Firste oder den Stössen entlang und wendet offene Brenner ohne Glas an. Auf der Grube Pendlebury bei Manchester entnimmt man das Gas der städtischen Anstalt, indem man einen Gasometer über Tage, dessen Glocke den Druck ausübt, alle 48 Stunden frisch füllt. Auf der Grube Seghill wird über Tage das Gas erzeugt, indem die flüchtigen Producte condensirt werden und das Gas mittelst einer Art Wassertrommelgebläse in die Grube gedrückt wird. Auf der Grube Seaton Delaval wird in einem Ofen mit 5 Retorten in der Nähe des ausziehenden Schachtes in der Grube Gas producirt, die erhaltenen Koks werden zur Feuerung wieder verbraucht. Jetzt haben die meisten Gruben eigene Anstalten über Tage, was vortheilhafter, als unter Tage, gehalten wird; der erforderliche Druck zur Niederbringung des Gases wird meist durch die Gasometerglocke herbeigeführt, selten durch besondere Compressionspumpen. Auf der Eisenerzgrube Eston steht eine Tagesstrecke, in welcher Seilförderung umgeht, auf ihre ganze Länge von 1900 Meter in Gasbeleuchtung. — Auf dem Meinerzhagener Bleiberg bei Commern in der Rheinprovinz[410]) hat man das Gas bis zu einem Niveau von 78 Meter abwärts geführt, ohne dass eine besondere Pressung zur Anwendung kommt, wozu man anderwärts — bei grösserer Tiefe, gewiss mit Recht — besondere Vorrichtungen für nothwendig hält[411]). In England wird vorgeschlagen, das Gas unter Druck einer Wassersäule[412]) oder nach dem Princip von Huntriss[413]) unter Mitführung eines Dampfstrahles, welcher sich in dem unterirdischen Sammelraum condensirt, von Tage nieder in die Grube zu führen.

Bessemer schlägt die Anwendung der Verbrennung unter Druck vor[414]). Der Erleuchtungsapparat soll eine eiserne Büchse bilden, welche mit einem sogenannten Ochsenauge oder einer dicken Glasscheibe versehen ist, mit einem gewöhnlichen Gasbrenner, welcher das Gas aus einem über Tage stehenden Gasometer erhält; die zur Verbrennung des Gases erforderliche Luft soll durch eine Röhre mit einem Drucke zugeführt werden, welcher den der Grubenluft um 73 Gramm auf den Quadratcentimeter übersteigt. Oben an der Büchse ist eine kleine Oeffnung anzubringen, durch welche die Verbrennungsproducte ihren Abzug finden. Auf diese Weise glaubt Bessemer nicht nur ein intensiveres Licht zu erzeugen, sondern auch

[410]) Hauchecorne: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 85. — Glückauf. Essen 1869. No. 29.

[411]) Schönemann in Berggeist. Köln 1868. S. 367.

[412]) The Mining Journal. London 1873. p. 681.

[413]) Ebenda. 1875. p. 170. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 292.

[414]) Glückauf. 1868. No. 39.

durch den innerhalb der Lampe vorhandenen stärkeren Druck den Eintritt der mit schlagenden Wettern behafteten Grubenluft in die Lampe abzuhalten. Sollte der Vorschlag praktisch werden, so würde er nur bei der stationären Beleuchtung verwendbar sein.

Zuweilen sammelt man in Northumberland das Grubengas aus den Spalten und beleuchtet damit die Hängebänke und Gebäude. Auf der Grube Deep Duffryn in Südwales hat man in einer Schicht zerklüfteten Sandsteins so viel Grubengas, dass man es durch eine Art Cuvelage abgefangen und zur Oberfläche geleitet hat; man wollte sogar ein Rohr in die 77 Meter tieferen Baue führen und dort die Gase zur Beleuchtung verwenden, was sehr leicht zu bewirken ist, da die Gase einem Druck von 4 Atmosphären unterworfen sind; eine Gefahr liegt nicht vor, da nach jenem starken Druck zu schliessen ist, dass sich eine compacte Masse Schieferthon zwischen jenem Sandstein und dem Flötz befindet. — Auf der Grube Bölhörst bei Minden hatte man in einem Querschlage circa 70 Meter vom Schachte entfernt innerhalb der Wasserseige einen Gasbläser angefahren, dessen ausströmende Gase nach der Entzündung dauernd fortbrannten. Man erweiterte die betreffende Stelle und brachte in den Raum zwei cylinderische Gasbehälter von Zinkblech, welche etwa 245 Liter Inhalt hatten und 17 Centimeter tief im Wasser standen. Oben in den Behältern waren 8 Millimeter im Lichten weite Gasrohre befestigt, welche das Gas zu den Verbrennungsstellen leiteten. Diese befanden sich auf den Schachtanschlägen in 230 Meter und 180 Meter Tiefe, so wie über Tage bei der Dampfmaschine und im Kesselhause; an jedem dieser Punkte erfolgte die Verbrennung mittelst Schwalbenschwanzbrenner, wobei das Gas ein weisses und intensives Licht lieferte. Bei weiterer Benutzung zeigte sich, dass die Gasbehälter leicht verschlämmten, und dass der Druck des Gases nicht stark genug war, um die Flammen unter und über Tage gleichzeitig unterhalten zu können, wogegen an den beiden Anschlägen allein die Flammen hell und schön brannten[415]).

Die electrische Beleuchtung der Tagesanlagen, namentlich der Ladebühnen und Rättervorrichtungen, gewinnt immer weitere Ausdehnung[416]), da sich herausgestellt hat, dass diese Beleuchtung viel vollständiger und dabei billiger ist, als Oel- und Petroleumlampen. Auf der Grube Mathilde in Oberschlesien werden durch eine dynamoelectrische Wechselstrommaschine von Siemens und Halske mit Stromgeber vier Lampen mit Kohlenspitzen zum Leuchten gebracht, welche 34 Oel- und Petroleumlampen ersetzen; die Kosten für die Brennstunde betragen 85 Pf., während sie sich früher auf 140 Pf. stellten. Die Maschinen von Siemens und Halske sind vielfach in Anwendung, doch auch andere, wie die Gramme'sche oder

---

[415]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 383.

[416]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 384; Bd. 27B. S. 279; Bd. 28B. S. 254; Bd. 29B. S. 234. 266.

die von Ullrich in Essen. Betrieben werden die Dynamomaschinen durch besondere kleine Dampfmaschinen oder durch andere Umtriebsmaschinen, welche anderen Zwecken dienen.

Während von Amerika aus nachgewiesen wird, dass die Bergleute trotz ihrer Arbeit fern vom Sonnenlicht gute Augen haben und selten Brillen tragen[417]), wird von den belgischen und westfälischen Bergleuten das Gegentheil behauptet, indem dieselben in verhältnissmässig grosser Zahl (in Westfalen 4,03 Procent von 7416 Beobachtungen) an Nystagmus, einer Krankheit des Augenmuskelapparates, leiden, welche durch das Arbeiten bei schlechter Beleuchtung, nach den Beobachtungen von Dr. Nieden in Bochum[418]) namentlich bei der Sicherheitslampe, hervorgerufen wird.

H. Apparate zum Eindringen in Räume, welche mit irrespirablen Gasen erfüllt sind.[419])

I. Die einfachsten, wenn auch unzulänglichen Mittel sind Respiratoren, welche der Bergmann vor den Mund hält. Dahin gehört:

Respirationsschwamm oder Büchse von Roberts. Ein Schwamm in einer Metallbüchse von 0,3 Liter Inhalt ist mit Kalkwasser oder alkalischen Lösungen getränkt, der Boden der Büchse ist durchlöchert. Diese Büchse wird vor den Mund gehalten, so dass die Grubengase hindurchgehen müssen und ihre Kohlensäure absetzen, bevor sie eingeathmet werden; der Apparat soll die Lungen sehr stark angreifen und ist nicht praktisch. Er wird auch mit Respirationsschlauch und Maske in Verbindung gebraucht.

Respirationskissen werden neuerdings wieder empfohlen; es sind dies Kissen mit einer 26 Millimeter dicken Lage von Kalkhydrat gefüllt, welches mit gleichem Gewicht schwefelsauren Natrons getränkt ist, um genügende Feuchtigkeit zu geben. Dieselben werden vor den Mund gehalten.

In Essig getränkte oder nur mit Wasser angefeuchtete Tücher sind

---

[417]) Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. VIII. p. 103.

[418]) Dr. Nieden in der Berliner klinischen Wochenschrift. 1881. No. 46.

[419]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris 1859/60. t. V. p. 627; 2 série, t. II. p. 735. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 215. 513. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 248. — Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 351.

gut, um Kühlung zu haben, namentlich in der Nähe von Grubenbränden zu empfehlen.

Mahler und Eschenbach hatten in Wien einen Respirator ausgestellt, welcher aus Wolle, Kohle und Glycerin präparirt war und von dem Bergmann vor den Mund gehalten werden soll[420]). Es scheint, als ob dieser Respirator mit dem von Tyndall identisch ist, welcher beispielsweise auf einer Braunkohlengrube bei Guben[421]) Anwendung fand, wo beim Abschluss von Branddämmen es den Arbeitern gelang mit Hilfe des Respirators 20 Minuten hindurch vor der Arbeit zu bleiben, während sie ohne solchen nur 5 Minuten ausdauern konnten. Tyndall hat diesen Respirator mit einer Maske oder einer Haube in Verbindung gebracht, welche der Bergmann anzulegen hat, und welche die Athmungswerkzeuge des Arbeiters so abschliessen, dass ihnen nur solche Luft zugeführt wird, welche den Respirator passirt hat[422]). Versuche in Wieliczka haben ergeben, dass man sich mit dieser Rauchmaske 45 Minuten lang ohne irgend welche Beschwerden in irrespirablen Gasen aufhalten kann[423]). — Der Respirator von Loeb gestattet das Einathmen der Luft, welche beim Durchgehen durch 2 Siebe von Staub und schlechten Gasen gereinigt wird, durch den Mund, während das Einathmen durch die Nase erfolgt; der Zutritt und Austritt der Luft wird durch leichte Ventile regulirt[424]).

II. Viel wichtiger sind die Bestrebungen, dem Arbeiter, welcher in irrespirable Gase einzudringen hat, direct reine und athmenbare Luft zuzuführen. Dies geschieht, indem man den Mann mit einer Nase und Mund dicht abschliessenden Maske oder auch nach Art der Taucher mit einem anschliessenden Anzuge versieht und ihm durch einen besonderen Schlauch mittelst einer Luftpumpe oder aus einem besonderen tragbaren oder fahrbaren Reservoir frische Luft zum Munde führt. Ueber die Geschichte dieser Bestrebungen, welche sogar in das Alterthum hineinreicht, aber schon vor der Mitte des vorigen Jahrhunderts wirkliche Erfolge aufzuweisen hat, macht Gurlt nach den Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn einige Mittheilungen[425]).

Hierhin gehören:

1. Maske von Pilâtre de Rozier bedeckt die Nase, durch welche die frische Luft aus dem Schlauche eingeathmet wird, während man mit

[420]) Amtlicher Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. I. S. 47.

[421]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 168.

[422]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 223. 513. — Dingler polyt. Journ. Bd. 220. S. 352.

[423]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 261.

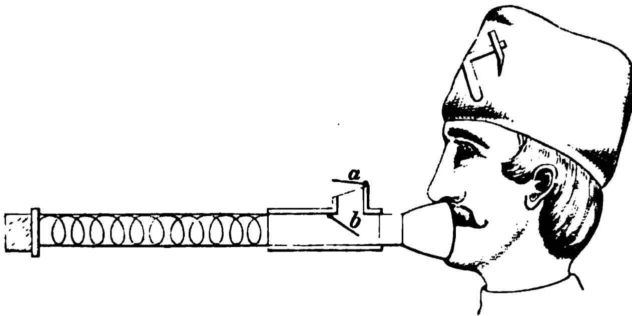
[424]) Zeitschr. für Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen 1878. S. 133. — Der Berggeist. Köln 1878. S. 241.

[425]) Verhandlungen des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. Bonn 1873. S. 241. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 31.

dem Munde ausathmet; bei einem Durchmesser des Schlauchs von 20 Millimeter kann man 25 bis 30 Meter vordringen.

2. Die Maske von Humboldt ist eine Verbesserung der vorigen. Dieselbe ist mit einem Mundstück von Metall versehen, in dem sich 2 Klappen, Fig. 703, die eine zum Einathmen, die andere zum Ausathmen befinden; mit dem Mundstücke in Verbindung steht ein biegsamer Schlauch und ein Luftreservoir, welches der Arbeiter entweder als Tornister auf dem Rücken trägt, oder bei grösseren Dimensionen auf einem Wagen mit sich

Fig. 703.



führt; die Nase ist durch ein Paar Federn zusammengedrückt. Der tragbare Ledersack kann 20 bis 21 Kubikcentimeter Luft enthalten und reicht für 15 bis 16 Minuten aus, das fahrbare Reservoir enthält etwa 1 Kubikmeter und gewährt für 1 Stunde frische Luft, wobei darauf gerechnet ist, dass die ausgeathmete Luft noch zum Brennen einer Lampe oder Laterne dienen soll. Bei Versuchen von Boisse hat sich die letztere Voraussetzung nicht bestätigt, da die Apparate für den Mann und die Lampe nur 8, beziehungsweise 34 Minuten ausreichen, sie sind ausserdem zu voluminös und nicht undurchdringlich für die umgebende, irrespirable Luft; auch können die letzten Lufttheilchen in dem Behältniss nur schwer eingeathmet werden, wenn man dasselbe nicht belastet.

3. Deshalb wendet man besser Reservoire mit comprimirter Luft an, welche von Boisse von Kupfer mit 15 und 16 Atmosphären Pressung construirt sind, von Combes von Eisenblech mit 30 Atmosphären Druck.

Der Apparat von Combes ist cylinderisch mit halbkugelförmigen Enden, 25 bis 26 Centimeter im Durchmesser, 0,73 Meter lang, 0,33 Kubikmeter Luft enthaltend und 32 bis 36 Pfund wiegend; zum Ausströmen der Luft ist ein besonderer Regulator angebracht. Eine Maske bedeckt Nase und Mund, auch hier sind in dem Mundstück 2 Klappen zum Ein- und Ausathmen vorhanden; das Reservoir wird auf dem Rücken getragen. Für den Mann und die Lampe reicht die Luftmenge 1 Stunde.

4. Hierher gehört auch der Apparat von Kraft[426]). Eine Flasche mit comprimirter Luft von 15 Atmosphären Pressung und 0,01 Kubikmeter Inhalt wird auf dem Rücken getragen und darüber ein Wamms gezogen, welches den Kopf und den Oberleib bis zu den Hüften bedeckt, für die Augen sind Gläser in dem Wamms angebracht; beim Eintritt in die Region der irrespirablen Luft öffnet der Mann einen Hahn an der Flasche und lässt so viel Luft heraus, als zum Athmen nothwendig ist. Der Apparat wird von österreichischen Genietruppen und Feuerlöschmannschaften benutzt und ist für $^{1}/_{4}$ Stunde ausreichend.

5. Apparate nach Art der von Tauchern angewendeten (marine armure der Amerikaner, scaphandre). Im Allgemeinen sind dies Hüllen aus Kautschuck, welche entweder den Körper ganz oder bis zu den Hüften umschliessen, und in welche eine Druckpumpe stets frische Luft zuführt. Paulin wendet für die Pariser Pompiers leichte Blousen von Leder an, welche mit einem fest um den Leib schliessenden Gürtel, ebenso an den Händen, an den Körper luftdicht angeschlossen sind, auch über den Kopf fortgehen und den Augen Licht durch eingesetzte Gläser gewähren; Luft wird mittelst einer Feuerspritze zugeführt.

Für Taucher wendet man einen Helm aus dünnem Kupferblech am Kopfe an, der oben mit einer sich nach Aussen öffnenden Klappe versehen ist, dieselbe ist beim Einsenken durch den Wasserdruck geschlossen; zwei Gläser sind für die Augen im Helm angebracht. Vom Helme aus geht das Wamms bis zu den Hüften und ist mit einem Gürtel um den Leib festgeschlossen, von wo ein kleiner Schlauch ohne Klappe nach Aussen geht, aus welchem die Producte des Athmens austreten; am Kopfe wird die gepresste Luft von Tage her eingeleitet. Zur Beleuchtung haben die Taucher eine von St. Simon Siccard angegebene, im Wasser brennende Lampe. Dieselbe enthält Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff, wahrscheinlich in Verbindung mit Wasserstoff, in Gasform in verschiedenen Abtheilungen, welche durch Mundstücke von Serpentin in ein gemeinschaftliches Mundstück strömen und von hier aus nach dem Anzünden auf ein Stück dolomitischen Kalksteins, welches die Form eines Dochtes hat, geleitet werden; das Ganze wird in eine verschlossene Glaskugel gesetzt, aus welcher die Verbrennungsproducte nach Oben in ein Behältniss von Blei steigen; das Einsinken wird durch angehängte Gewichte möglich gemacht.

Im Schachte der Grube Wallsend bei Tomago in Neu-Südwales[427]) (Australien) sind Taucher angewendet, um aus dem versoffenen Schacht eine zerbrochene Liderthür herauszuholen und eine neue vorzusetzen, was im Dunkeln binnen 12 Stunden ausgeführt wurde.

---

[426]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1861. S. 45. — Jahrbuch d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1861. S. 271.

[427]) Ebenda. Jahrg. 1859. S. 310.

Ferner liess man Behufs Entfernung von Geschieben, welche das Eintreiben des Cylinders zur späteren Anwendung comprimirter Luft hinderten, bei Chalonnes-sur-Loire[428]) Taucher in den Schacht gehen.

Auf der Scharleygrube in Oberschlesien gab man diesem Apparate den Vorzug vor dem von Rouquayrol-Denayrouze, weil er das dem menschlichen Körper nothwendige Athmen mit dem ganzen Körper ermöglicht, was bei dem anderen nicht der Fall ist[429]).

Flamache benutzte einen ähnlichen Apparat, wie die Taucher; den Verbindungsschlauch zur Druckpumpe hatte er auf eine Trommel gerollt, die er auf einem Wagen mit sich führte, beim Vorwärtsdringen abrollte und bei der Rückkehr wieder aufwickelte, er ist ziemlich weit in Strecken vorgedrungen und hat 1 Stunde lang in den irrespirablen Gasen verweilt. Auch sind mit solchen Apparaten mehrere Personen vereint eingefahren, wo dann die Kautschuckhüllen durch einen Schlauch verbunden sind, damit die Fahrenden mit einander sprechen können.

Die mitgenommene Lampe wird direct gespeist, wenn nicht eine Lampe von Siccard angewendet wurde.

Durch von Dücker wird das Verfahren von Metz empfohlen[430]). Derselbe benutzt als Luftpumpe eine trockene Brandspritze; der Apparat besteht in einem Helm und Brustharnisch, in welchen die frische Luft durch einen Schlauch nachgepumpt wird, so dass die Zwischenstücke des Rouquayrol'schen Apparats als entbehrlich fortfallen. Der Helm gewährt den Vortheil, dass man noch in sehr warme Luft und selbst gegen Feuer vordringen kann. Der Preis des Apparats nebst 16 Meter Schlauch beträgt 170 Mark, wobei die Spritze oder Luftpumpe nicht mit eingerechnet ist. Directe Versuche sind mit dem Apparat in Bergwerken noch nicht angestellt, doch lässt sich nicht verkennen, dass er einfach und zweckentsprechend ist.

6. Der Apparat von Rouquayrol-Denayrouze ist in früherer Zeit als Niederdruckapparat, später aber vervollkommnet als Hochdruckapparat construirt worden.

a. Der Niederdruckapparat, welcher angeblich in Frankreich und England vielfach angewendet wurde, ist auf der Königlichen Steinkohlengrube Königin Louise bei Zabrze in Oberschlesien mit Erfolg bei Arbeiten in brandigen Wettern benutzt worden, welche früher gar nicht oder in der Regel nur mit Aufopferung von Menschenleben ausgeführt werden konnten[431]). Der Apparat, Fig. 704, besteht aus einem starken cylinde-

---

[428]) Deroux in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 18.

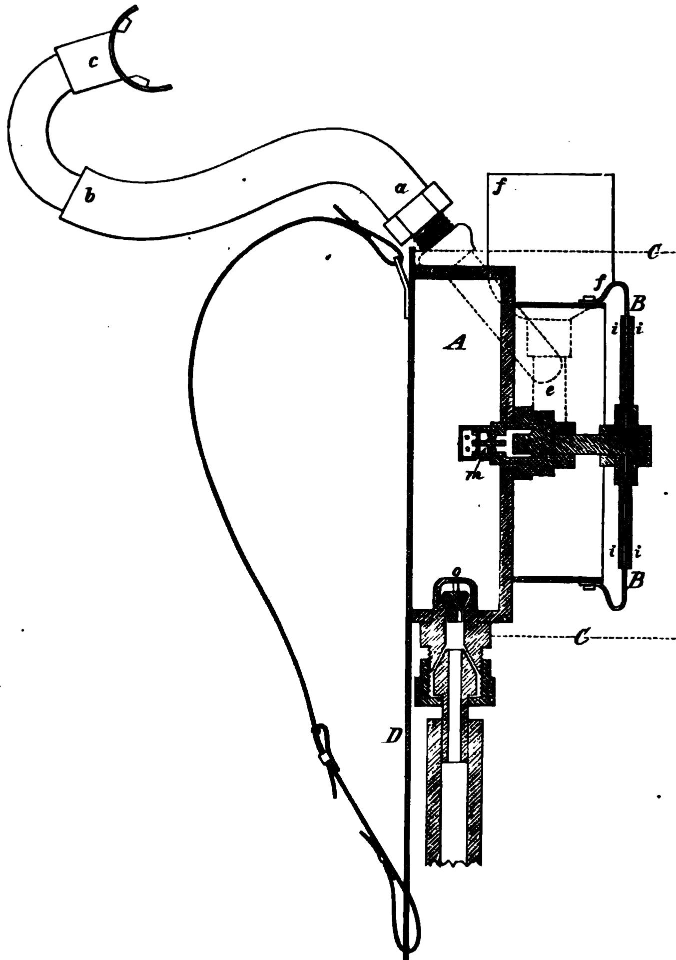
[429]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 79.

[430]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 182.

[431]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16B. S. 302. — Glückauf. Essen 1871. No. 35. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. II. p. 139.

rischen Gefäss A aus Schmiedeeisen, von 183 Millimeter Durchmesser und 52 Millimeter Höhe, an dessen unterer Seite sich die mit einem Ventil o von 9 Millimeter Durchmesser versehene Einströmungsöffnung für comprimirte Luft befindet; dasselbe wird durch die comprimirte Luft im Gefäss geschlossen gehalten und durch den Betrieb der Luftpumpe geöffnet. Auf

Fig. 704.



den Cylinder ist ein Blechkranz von 144 Millimeter Durchmesser und 56 Millimeter Höhe gelöthet und auf diesen die Kautschuckhaube B aufgesetzt, welche durch ein Ziehband luftdicht angeschlossen wird. Aus dieser Haube wird die Luft zum Einathmen durch einen 340 Millimeter langen und einen 13 Millimeter weiten Kautschuckschlauch ab dem Arbeiter zugeführt, während A das Reservoir bildet. Die ausgeathmete Luft geht denselben Weg

durch den Schlauch in das Behältniss B zurück und entweicht durch ein krummes Rohrstück e, welches durch 2 dünne, 92 Millimeter lange, 65 Millimeter breite platt aufeinander gelegte und an den Rändern verbundene Kautschuckblättchen ff leicht, aber luftdicht geschlossen wird. Die Regulirung des Luftzutritts aus A nach B erfolgt durch das Ventil m von 4 Millimeter Durchmesser, welches sich nach dem Behältniss A hin öffnet. Der Deckel der Haube B erhält durch 2 angenietete Blechkränze cc die erforderliche Steifigkeit und ist mit einem Stiel gh versehen, welcher sich in einer Führung auf und nieder bewegen kann. Beim Einathmen der Luft durch den Arbeiter wird in Folge der in B eintretenden Luftverdünnung durch

Fig. 705.

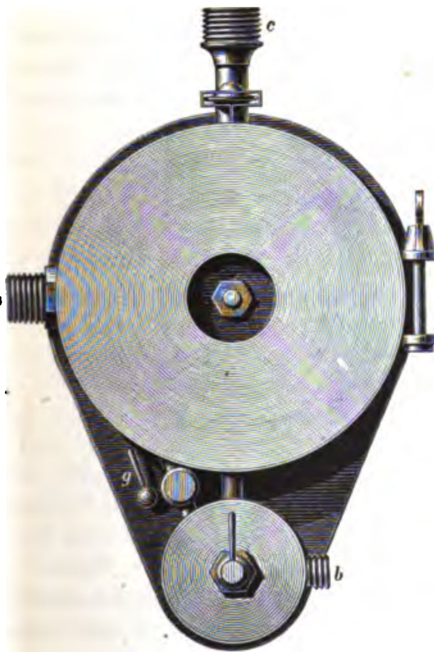


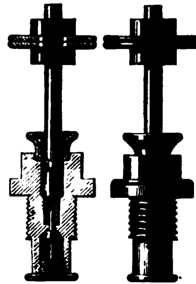
Fig. 706.



den äusseren Luftdruck der Deckel von B gegen das Reservoir A gedrückt, wodurch der Stiel gh gegen das Ventil m stösst und bei dessen Oeffnung die in A befindliche comprimirte Luft so lange nach B strömt, bis sich die Luft in B mit der äusseren Luft ins Gleichgewicht gestellt hat; mit dem Eintritt dieses Gleichgewichts nimmt B die ursprüngliche Form wieder an, der Stiel gh tritt zurück und das Ventil m wird durch den Ueberdruck der Luft in A wieder geschlossen. Der Apparat giebt also nur während des jedesmaligen Athemzuges Luft ab; das Verhältniss des Ventilquerschnitts zu der von der äusseren Luft gedrückten Fläche der Haube B ist so regulirt, dass durch das Athmen das Spiel des Appa-

rats ohne Anstrengung herbeigeführt wird. Das Gehäuse des Ventils m ist, um das Eindringen von Staub nach B und in die Lungen zu verhüten, mit einem feinen Drahtnetz umgeben; die Haube B ist zum Schutze gegen Beschädigung mit einer messingnen Büchse CC bedeckt, und der ganze Apparat auf eine starke Blechplatte D gelöthet, welche nach Art eines Tornisters mittelst Tragriemen auf dem Rücken des Arbeiters getragen wird. Später haben die Verfertiger mit dem Athmungsregulator einen Beleuchtungsregulator verbunden und dem Tornister die Construction in den Fig. 705 und 706 gegeben[432]), welchen der Arbeiter auf den Rücken nimmt; derselbe wiegt 4 Kilogramm. An das Rohr a wird der von der Luftpumpe kommende Zuführungsschlauch geschraubt; von dem Rohr b führt der Schlauch zur Lampe und von c der Athmungsschlauch zum Munde des Arbeiters. Der letztere endigt in einer gebogenen Metallröhre, auf welcher ein Mundverschluss von Kautschuck befestigt ist, der von dem Arbeiter in den Mund genommen wird und vollständig hermetisch schliesst. Der Re-

Fig. 707.



gulator zur Athmung besteht aus dem Luftreservoir d und der Luftkammer e. In das erstere mündet der von der Pumpe kommende Schlauch. Die Luftkammer wird an ihrem oberen offenen Theile durch eine Kappe von Kautschuck umschlossen, deren unterer Theil über die Wände der Luftkammer mittelst eines Pressringes von Bronce luftdicht befestigt ist. An dem Deckel der Kautschuckkappe ist ein broncener Schaft mittelst Schrauben befestigt, welcher durch die Luftkammer hindurch führend auf einem Ventile ruht, welches die Verbindung zwischen Reservoir und Kammer bildet, Fig. 707.

Dieses Ventil öffnet sich bei einem Druck von oben nach unten und schliesst bei einem Druck von unten nach oben die Luftkammer gegen das Luftreservoir ab. Aus der Luftkammer führt ein Rohr durch das Luftreservoir nach aussen, wo von dessen Schraubenansatz c der Athmungs-

---

[432]) L. v. Bremen: Athmungs- u. Beleuchtungsapparate. Kiel 1873. S. 12. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 110. — Hasslacher in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 1. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. II. p. 239.

schlauch zum Munde des Arbeiters leitet. Die Kautschuckkappe ist gegen äussere Beschädigung durch einen Deckel von Eisenblech gesichert, der in der Mitte ein Loch hat.

Die Thätigkeit des Regulators zur Athmung erklärt sich folgendermaassen: Das Reservoir wird von der Pumpe mit Luft gefüllt, deren Druck das Ventil gegen die Luftkammer schliesst. Sobald der Arbeiter durch seinen Athmungsschlauch Luft aus der Luftkammer einathmet, wird die in derselben befindliche Luft sehr verdünnt und ihr Druck unter die Kautschuckkappe wird ein geringerer, als wie derjenige, welchen die äussere Luft auf dieselbe ausübt. Durch den stärkeren Druck von aussen wird die elastische Kautschuckkappe niedergedrückt werden. Da nun der Schaft mit der Kappe fest verbunden ist, so wird mit dem Niedergehen der Kappe auch ein Sinken des Schaftes eintreten, der Schaft wird auf das Ventil drücken und dieses dem Drucke von oben nach unten nachgeben. Dadurch wird die Verbindung zwischen Reservoir und Luftkammer geöffnet und es strömt Luft aus dem Ersteren in die Letztere, so lange, bis der Druck der äusseren atmosphärischen Luft paralysirt ist, dann hebt sich der Deckel der Kappe wieder, der Schaft drückt nicht mehr auf das Ventil und dieses wird wieder geschlossen durch den Druck der Luft des Reservoirs von unten nach oben. Es befindet sich also nun in der Luftkammer Luft von gewöhnlichem atmosphärischen Drucke und von dieser athmet der Arbeiter. Bei jedem Athemzuge, der diese Luft wieder verdünnt, wiederholt sich die gleiche Thätigkeit der einzelnen Theile des Regulators. Der Arbeiter athmet aus in den gleichen Athmungsschlauch. Auf dem oben erwähnten Schraubenansatz des Athmungsrohrs befindet sich ein Stutzen, auf welchem ein Ausblaseventil von Kautschuck aufgezogen ist, dessen dünne Blättchen die durch den Athmungsschlauch zurückgeblasene, ausgeathmete Luft entweichen lassen. Die Blättchen öffnen sich nur durch Blasen oder Athmen von innen, während der geringste Druck von aussen sie schliesst. Das Reservoir ist aus starkem Stahlbleche von grosser Widerstandskraft gearbeitet; aus gleichem Material, jedoch von geringerer Stärke, die Luftkammer. Der Pressring, das Ventil, der Schaft und die Schrauben sind von Bronce; Kappe und Ausblaseventil sind aus bestem Kautschuck von grösster Elasticität gefertigt. Es kann nicht dringend genug empfohlen werden, vor dem Gebrauch sämmtliche Theile, besonders das Ventil, gehörig zu untersuchen und zu reinigen und zumal auch das geordnete Zwischenlegen der einzelnen Liderungen und Bronce-Ringe zu beachten. Man hat sich vor jedesmaligem Gebrauch durch Einblasen in den Athmungsschlauch zu überzeugen, dass sich die Kappe bei dem leisesten Hauch hebt und senkt und das Ausblaseventil sich öffnet. Ist dieses der Fall, so ist die Sicherheit und Leichtigkeit der Athmung genau die gleiche, wie ohne Apparat in gewöhnlicher atmosphärischer Luft. — Der kleinere Regulator zur Beleuchtung ist in seiner inneren Einrichtung der des Athmungs-Regulators vollständig gleich; Reservoir, Luft-

kammer, Ventil, Schaft und Kautschuckkappe finden sich auch hier aus gleichem Material wieder. Nur an die Stelle des Schutzdeckels aus Eisenblech über der Kappe ist ein starker broncener Deckel mit einem Hahn in der Mitte getreten. Es galt nun, einen Ersatz zu erfinden für die bei der Athmung durch das Einathmen des Menschen hervorgebrachte Verdünnung der Luft in der Luftkammer, da ohne diese Verdünnung der Druck der äusseren atmosphärischen Luft nicht genügt, um den Deckel der Kappe niederzudrücken und dadurch das Ventil zum Luftreservoir zu öffnen. Dieser Ersatz konnte nur durch einen hervorzurufenden stärkeren Druck auf die Kautschuckkappe geschaffen werden, der den von der im Reservoir befindlichen Luft gegen das Ventil ausgeübten Druck übertrifft und das Ventil öffnet. Dieser Druck musste jedoch auf das Genaueste regulirt werden können, um einen gleichmässigen Zustrom von Luft zur Lampe und dadurch ein ruhiges, ungestörtes Brennen derselben zu gestatten. Dieses ist auf folgende Art ermöglicht: Von dem Luftreservoir des Athmungsregulators führen zwei Rohre zum Regulator zur Beleuchtung, das eine mündet in das Luftreservoir des Beleuchtungsregulators, das andere unter den broncenen Deckel, der die Luftkammer mit der Kautschuckkappe vollständig und hermetisch umschliesst. Das Rohr, welches in das Luftreservoir mündet, ist ununterbrochen und wird das Luftreservoir des Beleuchtungsregulators gleichzeitig mit dem Reservoir zur Athmung mit Luft gefüllt sein und das Ventil gegen die Luftkammer schliessen. Das Rohr, welches unter den Deckel über der Luftkammer führt, ist in seiner Mitte unterbrochen durch einen kleinen Behälter, ebenfalls von Bronce, welcher durch einen daran angebrachten Hahn entweder gegen das Athmungsreservoir oder gegen den Deckel hin abgeschlossen werden kann. Steht der Hahn so, dass der Weg zwischen dem kleinen Behälter und dem Reservoir offen ist, so strömt Luft in den Behälter aus dem Reservoir, der Behälter ist jedoch gegen den Deckel abgeschlossen. Giebt man dem Hahn $^1/_4$ Wendung, so öffnet sich der Behälter gegen den Deckel hin und es strömt die Luft aus dem Behälter unter diesen, während alsdann der Behälter gegen ferneres Zuströmen von Luft aus dem Reservoir abgeschlossen ist. Es lässt sich also hierdurch die Luft unter den Deckel in kleine Quantitäten führen, und die Menge kann genau festgestellt werden. Zur weiteren Regulirung derselben ist auch noch auf der Oberfläche des Deckels ein Hahn g angebracht, durch welchen man wieder Luft entweichen lassen kann, sollte etwa zu viel unter den Deckel geführt sein. Sobald nun der Druck der unter den Deckel oberhalb der Kappe geführten Luft stärker ist, als der Druck der Luft im Beleuchtungsreservoir, so wird die Kappe niedergedrückt werden, mit ihr der daran befestigte Schaft, der das Ventil zum Reservoir öffnet, und es strömt Luft in die Luftkammer, welche von hier durch ein Rohr, wie beim Athmungsregulator, nach aussen entweicht. Aussen befindet sich an diesem Rohr ein Schraubenansatz b, an welchen der zur Lampe führende Schlauch angeschraubt wird. Nach einmaligem

Versuche des Brennens der Lampe wird sich dieser Regulirungsprocess sehr leicht feststellen und die Lampe mit grösserer Intensität, wie in freier Luft, ruhig und gleichmässig brennen. — Die Lampe selbst ist ganz aus Bronce gefertigt und in ihrer äusseren Erscheinung den gebräuchlichen Sicherheitslampen ähnlich und in den Dimensionen gleich. Der untere Behälter der Lampe kann ausgeschraubt werden; er dient zur Aufnahme des Dochts und des Oels. Vermittelst eines, von aussen durch diesen Behälter führenden Stifts, der hakenförmig gebogen, kann der Docht hinauf oder herunter gezogen werden. Auf den Schraubenansatz des Rohrs, welches durch den Behälter führt, wird der vom Beleuchtungsregulator leitende Schlauch angeschraubt; auf diesem Rohr ist eine Schraube angebracht, vermittelst welcher das Zuströmen der Luft nach Bedürfniss vermehrt oder vermindert werden kann. Die Luft tritt nicht in einem Strom zur Flamme, sondern vertheilt sich unter einem Deckel und tritt erst von hier durch kleine Löcher und dann durch ein doppeltes Metallgewebe zum Docht, wodurch ein ruhigeres Brennen erzielt wird. Die verbrannten Gase finden ihren Ausweg durch eine Oeffnung von sehr geringem Durchmesser, in welcher sich ein Ventil befindet, das sich von unten nach oben öffnet. Sobald dieser Druck zum Oeffnen des Ventils, der durch den Zustrom der Luft vom Regulator und den Verbrennungsprocess entsteht, aufhört, schliesst sich das Ventil durch sein eigenes Gewicht und in gleicher Weise wird das Ventil geschlossen werden, wenn etwa einmal der Druck der äusseren Gase stärker sein sollte, wie der von Innen der Lampe wirkende Druck der ausströmenden Verbrenntungsproducte. Es ist also äusseren Gasen durchaus unmöglich, an die Flamme zu treten. Um brennenden Theilen des Dochtes den Ausweg zur äusseren Luft zu versperren, was schon durch den sehr kleinen Durchmesser der Ventilöffnung fast vollständig bewirkt wird, ist doch zur grösseren Sicherheit über dem Ventil eine dreifache Reihe von sehr feinen Metallnetzen angebracht, zwei im Ventilgehäuse selbst, das dritte in Form eines Hutes über dem Ventilgehäuse. Der Glascylinder ist gegen etwaige Stösse durch ihn umgebende schützende Stangen von Bronce gesichert. Der Petroleumbehälter kann vermittelst eines Schraubenstiftes im Boden an der Lampe befestigt werden, so dass es dem Arbeiter unmöglich ist, ohne den dazu gehörigen Schlüssel die Lampe in der Grube auseinander zu nehmen. Bei sorgfältiger Instandhaltung der einzelnen Theile der Lampe und gehöriger Zusammenfügung derselben wird das Reguliren der Luftzuführung eine sehr leichte sein, die Flamme wird ruhig und intensiv brennen und die Sicherheit der Lampe gegen jedes Explodiren ist eine unbedingte, absolute. — Die Luftcompressionspumpe, welche zum Apparat gehört, giebt bei jedem Kolbenhube 0,001 Kubikmeter Luft von 1 Atmosphäre Ueberdruck und vermag 2 Arbeiter mit der nöthigen Luftmenge zu versehen, weshalb die Abführungen aus den Compressionscylindern auch so eingerichtet sind, dass nach Bedarf 2 Schläuche angehängt werden können. Die Abführungsschläuche, aus Leinen

mit eingelegten Kautschuck- und Drahtfedern gefertigt, haben 6½ Millimeter lichte Weite und werden in Längen von je 25 Meter geliefert; zur Beobachtung der durch die Pumpe hervorgerufenen Compression dient ein Federmanometer, durch welches man in den Stand gesetzt ist, den Luftdruck im Regulator A immer möglichst constant zu erhalten. Bei dem ersten Versuch auf der Grube Königin Luise, bei welchem die Pumpe 12 Meter vom Arbeitspunkte entfernt aufgestellt war, konnte ein Arbeiter ungehindert und ohne alle Anstrengungen ½ Stunde lang arbeiten, klagte dann aber über Athmungsbeschwerden und wurde zurückgezogen, andere demnächst vorgeschickte Arbeiter konnten nicht länger als 6 Minuten ausdauern. Man vermuthete deshalb eine Störung des Apparats und fand dieselbe darin, dass sich das, das Ventil m umgebende, Drahtnetz mit Kohlenstaub überzogen hatte, wodurch die Einströmungsöffnung für die Luft stark verengt wurde. Nach erfolgter Reinigung des Netzes functionirte der Apparat wieder vollkommen befriedigend; bei fortgesetzter Benutzung des Apparats musste jedoch diese Reinigung zu wiederholten Malen und in jeder Schicht wenigstens einmal vorgenommen werden, weshalb man beabsichtigte, die comprimirte Luft, bevor sie in den Regulator tritt, durch ein mit Wasser gefülltes Gefäss strömen zu lassen und so zu reinigen. Später hat man in dem von der Luftpumpe herkommenden Schlauch einen Luftreiniger angebracht, welcher aus einer Filzplatte besteht, die sich zwischen 2 Halbkugeln von Bronce eingeschraubt befindet. Die von der Luftpumpe kommende Luft muss durch die Filzplatte hindurch, welche alle Unreinlichkeiten zurückhält und deshalb von Zeit zu Zeit gereinigt werden muss.

Seitdem ist dieser Apparat vielfach versuchsweise zur Anwendung gelangt[433]), später aber durch die Hochdruckapparate derselben Verfertiger verdrängt worden.

b. Hochdruckapparat mit Luftreservoir[434]). Um es dem Arbeiter möglich zu machen, sich länger in den irrespirablen Wettern aufzuhalten, machten die Verfertiger des Apparats denselben von der Luftpumpe unabhängig und construirten ein Reservoir für comprimirte Luft, welches in der Grube in der Nähe des Arbeitsorts aufgestellt wird und aus welchem der Tornister gefüllt wird. Das Reservoir besteht aus 6 cylinderförmigen Behältern von starkem Stahlblech, Fig. 708, welche auf 40 Atmosphären

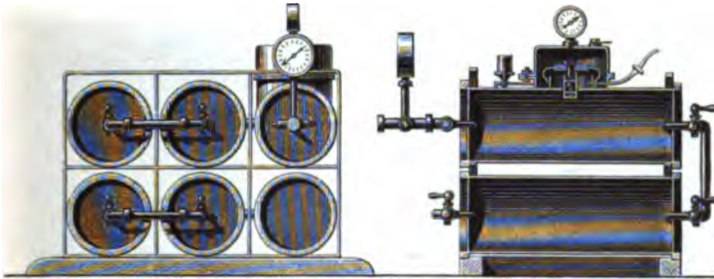
---

[433]) Dingler polyt. Journal. Bd. 208. S. 241; Bd. 220. S. 362. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 110; 1875. S. 232. — Hasslacher in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23. S. 1. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, t. II. p. 239.

[434]) L. v. Bremen: Athmungs- u. Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung für den Bergbau. Kiel 1873. S. 23. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 112. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 103. — Dingler polyt. Journ. Bd. 220. S. 363. — Hasslacher in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 7.

geprüft sind. Sie stehen untereinander in Verbindung, doch kann auch jeder von dem anderen mittelst eines Hahns abgeschlossen werden. Auf dem einen Behälter ist eine Luftkammer angebracht mit Schaft, Ventil, Kautschuckkappe und broncenem Deckel, wie sie bei dem oben erwähnten Beleuchtungsregulator vorhanden ist, nur von grösseren Dimensionen. In diesen Luftvertheilungsbehälter mündet der von der Luftpumpe kommende Schlauch. Aus den Luftvertheilungsbehälter führt ein Rohr unter den

Fig. 708.

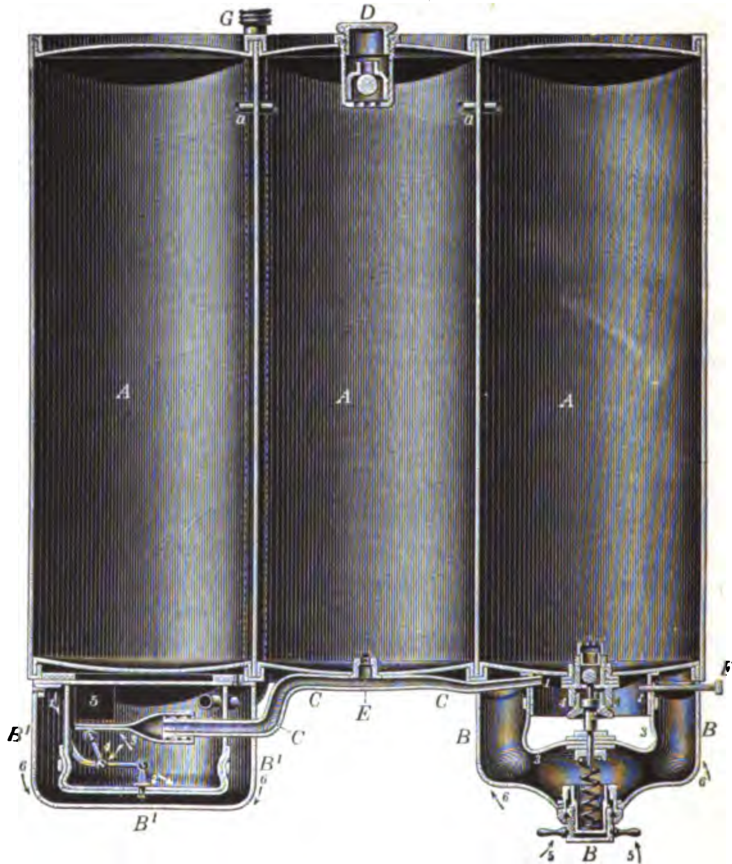


broncenen Deckel der Luftkammer. Nach dem bei dem Beleuchtungsregulator Erwähnten ergiebt sich die Thätigkeit der Luftvertheilung; der unter dem Deckel auf die Kautschuckkappe hervorzurufende Luftdruck kann auch hier ganz nach Bedürfniss vermehrt und vermindert werden und mit gleicher Regelmässigkeit und Sicherheit strömt die Luft in die Luftkammer durch das geöffnete Ventil unter die Kautschuckkappe und von hier durch ein Rohr in den Regulator zur Athmung des Menschen und zur Beleuchtung der Lampe. Wenn die in den Luftvertheilungsbehälter von der Luftpumpe gepresste Luft 25 Atmosphären Druck hat, so kann sie durch die Thätigkeit der Luftkammer auf 2 Atmosphären verdünnt werden und tritt mit diesem Druck in den Athmungs- und Beleuchtungs-Regulator, welchen der Arbeiter ganz in der oben beschriebenen Construction auf dem Rücken trägt. Die Thätigkeit dieses Regulators verdünnt die Luft so weit, wie es zum Athmen des Menschen und zum Brennen der Lampe nothwendig ist d. h. sie erhält dieselbe Spannung, wie die atmosphärische Luft. Es empfiehlt sich 5 Vorrathsbehälter und einen Vertheilungsbehälter in den Rahmen einzuschalten, aus welchem jeder einzeln herauszunehmen ist. Jeder Behälter hat einen Inhalt von 20 Liter und kann bei einem Druck von 25 Atmosphären also mit 500 Liter Luft von atmosphärischem Druck gefüllt werden, welche für den Menschen und die Lampe 30 Minuten ausreichen; mit 6 Behältern kann also der Arbeiter mit der Lampe 3 Stunden sich in schlechten Wettern aufhalten, nur in Verbindung mit seinen Luftbehältern. Soll der Arbeiter länger, als 3 Stunden, ausharren, so kann das leergewordene Luftreservoir durch ein neues gefülltes ersetzt werden. — Der Regulator zur Athmung und Beleuchtung ist derselbe wie beim Niederdruckapparat, ebenso ist der Luftzuführungs-

schlauch zwischen Luftkammer und Regulator von gleicher Beschaffenheit, desgleichen die Lampe.

c. Tragbarer Hochdruck- (Tornister-) Apparat[435]). Um den Arbeiter ganz unabhängig von anderen Hilfsmitteln zu machen und um ihn von der Nachführung eines Schlauches zu befreien, haben Rouqayroul-Denayrouze einen Apparat erfunden, welcher mit comprimirter Luft von

Fig. 709.



25 Atmosphären Druck von dem Arbeiter auf dem Rücken getragen wird. Die Construction des Tornisters geht aus Fig. 709 hervor. Derselbe be-

[435]) L. v. Bremen: tragbarer Hochdruck-, Athmungs- u. Beleuchtungs-Apparat (Tornister-Apparat). Kiel 1876. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 524; 1876. S. 91. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 168. — Dingler polyt. Journ. Bd. 220. S. 422. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Steiermark u. Kärnthen. 1877. S. 42. 82.

steht aus 3 Cylindern AAA von 0,40 Meter Höhe, 0,40 Meter Durchmesser mit 15 Liter Inhalt. Das Totalgewicht mit den Regulatoren beträgt 14 bis 15 Kilogramm. Die Cylinder sind aus Stahlblech gefertigt und zwar die Boden $4^1/_2$ Millimeter, die Wände $1^1/_2$ mm stark; die Boden haben eine leichte convexe Biegung nach aussen, das ganze ist vernietet und mit Hartloth verlöthet. Die drei Cylinder sind durch Löthung mit einander zu einem Ganzen verbunden. — Der Luftvertheilungsregulator B besteht aus einem Ventilgehäuse von Bronce (1) mit einem Kugelventil von Kautschuck, welches die Verbindung zwischen dem Cylinder und dem Regulator vermittelt, aus einem broncenen Schaft (2), welcher mit seinem einem Ende auf dem Kugelventil ruht und dieses durch einen Druck öffnen kann, während sein anderes Ende durch die Mitte einer Kautschuckkappe hindurchführt, der Schaft wird vertical gehalten durch eine Hülse, welche den oberen Theil des Ventilgehäuses (1) bildet. Der dritte Theil ist eine Kautschuckkappe (3), in der Mitte durch den Schaft (2) durchbohrt und mit diesem durch Kautschuckliderungen und Schraubenmuttern hermetisch verbunden, der untere Theil der Kautschuckkappe ist über ein Gehäuse von Stahlblech (4) gezogen und auf demselben mittelst eines Schraubenringes von Bronce hermetisch befestigt. Der untere Boden des Gehäuses (4) wird durch den Boden des Cylinders gebildet, auf welchem es angelöthet ist und dessen oberer Deckel durch die Kautschuckkappe (3) geformt wird. Eine Schraubenvorrichtung (5), welche eine Spiralfeder in sich aufnimmt, ruht mit ihrem unteren Ende auf einer der Schraubenmuttern, welche den Schaft (2) mit der Kautschuckkappe (3) verbinden; die Vorrichtung besteht aus zwei sich in einander schraubenden Gehäusen, von denen das äussere durch 2 Stifte gehalten wird und bei Drehung auf diesem schleift, während das innere durch die entgegengesetzt wirkenden Schraubengewinde sich vor- oder rückwärts bewegt in der Art, dass bei einem Vorgehen der inneren Schraube ein Druck auf die Spiralfeder ausgeübt und von dieser auf den Schaft übertragen wird, welcher seinerseits das Kugelventil öffnet. Ein Schutzdeckel (6) von Stahlblech, an welchem die Schraubenvorrichtung (5) befestigt ist, schützt den ganzen Regulator vor äusseren Verletzungen; derselbe ist auf dem Boden des Cylinders mittelst zweier Bolzen und Schraubenmuttern befestigt. — Die Verbindungsröhre C zwischen dem Luftvertheilungs- und Athmungsregulator mündet im Innern des Gehäuses (4). Aus diesem Gehäuse führt ein kleines Rohr F nach aussen, an welches der zur Lampe führende Schlauch angeschraubt wird. — Der Athmungsregulator B′ besteht aus einem Gehäuse aus Stahlblech (1), in gleicher Weise wie beim Luftvertheilungsregulator auf dem Cylinder befestigt und wie dieses an seiner oberen Oeffnung durch eine Kautschuckkappe verschlossen, ferner aus einer Kautschuckkappe (2), welche den oberen Verschluss des Gehäuses (1) bildet und auf demselben durch einen starken Pressring von Kautschuck gehalten wird. Ein Ventil (3), in welchem das Rohr C bei seinem Eintritt in das Gehäuse (1) mündet, wird

gebildet aus zwei dünnen Kautschuckblättchen, deren Ränder mit einander verbunden, nur durch ihren inneren mittleren Theil den Zutritt der Luft gestatten und zwar nur von Innen, während jeder von Aussen auf sie ausgeübte Druck sie verschliesst. Ein zweiarmiger Hebel (4) ist mit seinem oberen Arm an der Mitte der Kautschuckkappe (2) durch Kautschuckliderungen und Schraubenmuttern befestigt, während sein unterer Arm sich in 2 Theile theilt, welche die Axe einer kleinen Walze von Metall halten. Die Achse der Walze liegt horizontal durch die verticale Wirkung des Hebels; die Breite der Walze ist genau gleich der Breite der Kautschuckblättchen des Ventils (3) und dieselbe liegt derart auf denselben, dass sie bei einem Ziehen oder Heben des oberen Armes des Hebels dieselben zusammenpresst. Auf einer horizontalen Unterlage von Blech (5), deren Oberfläche so gross wie die Walze ist, werden die Kautschuckblättchen des Ventils gepresst und geschlossen, wenn durch die Hebung des oberen Hebelarmes die Walze niedergedrückt wird. Die Unterlage (5) ist festgelöthet. Ein Deckel von Stahlblech (6) schützt die Kautschuckkappe und das Innere gegen äussere Verletzungen, derselbe ist wie der Deckel des Luftvertheilungsregulators befestigt. Aus dem Gehäuse (1) führt ein Rohr nach aussen, an welches der zum Munde des Arbeiters führende Athmungsschlauch angeschraubt wird.

Das Füllungsventil D ist in dem Boden eines der Cylinder eingeschraubt und verlöthet und wird auch vom Innern durch eine Gegenschraube gehalten. Das Innere des Ventilgehäuses ist mit Schraubengewinde versehen, um die männliche Schraube des von dem Luftreinigungsreservoir kommenden Schlauches aufzunehmen. Ist die Füllung geschehen oder der Apparat nicht im Gebrauch, so wird dieses Gehäuse durch einen einschraubbaren kleinen Deckel verschlossen, um das Eindringen von Unreinlichkeiten zn verhindern. Ausserdem ist in dieses Schraubengewinde ein becherförmiges Metallstück bis auf den Boden des Gehäuses eingeschraubt, welches in der Mitte durchbohrt ist; in diesem Becher befindet sich ein Kugelventil von Kautschuck. Der Boden des Ventilgehäuses hat mehrere Löcher, von kleinerem Durchmesser, wie das eine Loch in dem becherförmigen Metallstück. Das Kugelventil ist auf diese Weise in dem becherförmigen Metallstück eingeschlossen und es ergiebt sich, dass bei einem Druck von Innen nach Aussen dasselbe das eine Loch in der Mitte des Bechers vollständig schliessen wird, während bei einem Druck von Aussen nach Innen es nicht im Stande ist, die sämmtlichen Löcher im Boden des Gehäuses gleichzeitig zu schliessen, es vielmehr der zugeführten Luft Zutritt in die Cylinder gestatten muss. Ein dem Tornister beigegebener Schlüssel gestattet das Herausschrauben des Bechers, um das ganze Ventil reinigen und wenn nothwendig das Kugelventil erneuern zu können. Der Schraubeneinsatz E dient zur Aufnahme eines kleinen Schlauches mit Manometer, welches dem Arbeitenden gestattet, sich während seiner Arbeit von der noch in den Cylindern enthaltenen Luftmenge zu überzeugen und darnach die Zeitdauer derselben zu

berechnen. Der Einsatz ist auf gleiche Weise in dem Boden des Cylinders befestigt, wie das Füllungsventil. Das Manometer ist nicht grösser wie eine Taschenuhr und kann daher leicht irgendwo am Körper des Arbeitenden getragen werden. — Ausserdem gehört zum Apparat der Athmungsschlauch mit Mundverschluss, welcher an das aus dem Gehäuse (I) des Athmungsregulators B' führende Rohr angeschraubt wird und über die Schultern geleitet zum Munde des Arbeitenden führt. Es endigt daselbst in dem Mundverschluss von Kautschuck, welcher von dem Arbeitenden derart in den Mund genommen wird, dass er die daran befindlichen zwei zahnartigen Ansätze zwischen seine Zähne nimmt und die Kautschukblätter, an welchen diese Ansätze befindlich, zwischen seine Lippen und Zähne einfügt. Der Verschluss wird dadurch ein absolut hermetischer. Vor dem Munde des Arbeitenden befindet sich auf dem Athmungsschlauch ein Ausathmungsventil, durch welches die von ihm ausgeathmete Luft entweicht. Dasselbe ist gleicher Construction, wie das Ventil im Innern des Athmungsregulators, aus zwei an den Rändern verbundenen Kautschuckblättchen bestehend, welche sich nur bei einem Druck von Innen nach Aussen öffnen, mithin die ausgeathmete Luft entweichen lassen, sich jedoch gegen jedes Eindringen der den Arbeitenden umgebenden Atmosphäre verschliessen. — Der Nasenverschluss besteht aus einer Feder von Stahl, welche an ihren Enden zwei kleine Kissen von Kautschuck hat; auf die Nase gesetzt, werden die Kissen durch die Federkraft fest angedrückt und verschliessen die Nase vollständig. Die Brillenmaske wird nur dann angewendet, wenn die Atmosphäre, in welcher gearbeitet werden soll, den Augen schädlich sein kann. Dieselbe besteht aus einem der Gesichtsform angepassten Luftkissen von Kautschuck, welches auf eine Unterlage von Zeug aufgeklebt ist; in dieses Letztere sind zwei Gläser für die Augen eingesetzt. Das Luftkissen wird durch einen kleinen Schlauch mit Verschlusshahn mit Luft gefüllt, die ganze Maske hinten am Kopf durch elastische Zugbänder und Riemen mit Schnallen festgehalten. Zwei nach unten vorstehende Ansätze des Kautschuckkissens wirken als Nasenverschluss; die Brillenmaske wird durch diese Construction sowohl die Nase, wie die Augen hermetiseh verschliessen und durch ihre Elasticität keinem Arbeitenden irgendwie unbequem sein. Nasenverschluss sowohl wie Brillenmaske muss sich ein Jeder nach seiner Gesichtsform zurechtsetzen und anpassen. Durch die nach aussen vorstehende Metallfassung der Augengläser sind Schieber durchgeführt, welche es gestatten, die Innenfläche der Gläser zu putzen, wenn dieselben in warmer Atmosphäre beschlagen, ohne dass man die Maske abzunehmen braucht. — Die Tragriemen des Tornisters sind an einer dünnen Eisenschiene befestigt, welche die Cylinder an der Fläche, mit welcher sie auf dem Rücken des Arbeitenden liegen, verbindet. Sie sind genau so eingerichtet, wie die Tragriemen der gewöhnlichen Soldatentornister. Nachdem der Tornister durch die Luftpumpe mit Luft von 25 Atmosphären Druck gefüllt ist, nimmt ihn der Arbeiter auf den Rücken, thut Nasenverschluss oder Brillenmaske an, wo-

rauf die Luftzuführung in folgender Weise stattfindet: Durch den Druck der Spiralfeder auf den Ventilschaft drückt dieser das Kugelventil offen, die Luft strömt an dem Ventil vorbei in das Gehäuse und von hier durch das Verbindungsrohr in das Gehäuse des Athmungsregulators, in welchem sie jedoch keinen Auslass findet, weil die Kautschuckblättchen des Ventils durch die darauf liegende Walze geschlossen gehalten werden, indem die elastische Kautschuckkappe ganz fest über den Rand des Gehäuses gezogen, den an ihr befestigten Arm des Hebels nach oben zieht und dadurch die Walze auf die Kautschuckblättchen presst, wie vorher erläutert. Wird nun geathmet, mithin durch den Athmungsschlauch aus dem Gehäuse die Luft entzogen, so wird unter der Kautschuckkappe ein luftleerer Raum gebildet und durch den Druck der äusseren Atmosphäre die elastische Kappe niedergedrückt, dadurch wird der mit ihr verbundene obere Hebelarm sich senken und durch Uebertragung dieser Bewegung auf den unteren Arm, die Walze sich vorwärts bewegen und heben, so dass die Kautschuckblättchen des Ventils sich öffnen und der vom Luftvertheilungsregulator zuströmenden Luft Zutritt in das Gehäuse gewähren, von wo aus dieselbe alsdann durch den Athmungsschlauch zum Mund und in die Lunge des Arbeiters dringt. Sowie seine Athmung beendigt, wird die Kappe in ihre frühere Stellung zurücktreten und das Ventil wieder geschlossen sein, sodass ein Ausströmen und ein Verbrauch von Luft aus dem Tornister nur immer während des Athmungszuges des Arbeitenden stattfindet. Diese gleiche Thätigkeit wird sich mit jedem neuen Athemzuge wiederholen, mit jedem Athemzuge wird sich das Ventil, meistens hörbar durch ein pfeifendes Geräusch, öffnen und dem Arbeitenden jedesmal frische Luft zuführen. Man wird nach einiger Uebung leicht den genügenden Zustrom feststellen, der sich auch dadurch bestimmen lässt, dass aus dem Ausathmungsventil des Athmungsschlauches nur dann Luft ausströmen darf, wenn der Arbeitende wirklich ausathmet, zur Zeit seiner Einathmung und während der Pause zwischen dem Ein- und Ausathmen darf aber kein Ausströmen von Luft aus dem Ausathmungsventil stattfinden, denn wenn es stattfindet, so ist das Ventil im Luftvertheilungsregulator zu weit geöffnet und der Ausstrom von Luft zu stark, um durch das Kautschuckblättchen-Ventil vollständig gehindert zu werden. Es ist aber nothwendig, dass mit der Luft möglichst sparsam umgegangen werde, um die Zeitdauer derselben möglichst auszudehnen. Der Arbeitende kann das doppelte Quantum von dem verbrauchen, was er wirklich nöthig hat, ohne dass es ihm Beschwerde verursacht; es muss daher die Aufgabe sein, das möglichste Minimum zu gebrauchen. Es ist festgestellt, dass nach einiger Uebung durchschnittlich von dem Arbeitenden in einer Minute 1 Atmosphäre des im Tornister befindlichen Ueberdrucks gebraucht wird, mithin also bei 25 Atmosphären Ueberdruck [illegible] Zeitdauer von 25 Minuten erreicht worden ist, wenn d[illegible]essen 1874. [illegible] der Beschreibung angegebenen Dimensionen hatten; in einzelnen Fällen ist die Zeitdauer bis auf 35 Minuten gestiegen.

Der Apparat ist in seinen verschiedenen Constructionen mehrfach bereits zur Anwendung gelangt. Von seiner Benutzung auf der Königin Luise Grube in Oberschlesien war schon oben die Rede, auch auf den Gruben bei Saarbrücken und in Westfalen hat man sich seiner bedient, um Arbeiten in stickenden und irrespirablen Gasen auszuführen, während an vielen Punkten eingehende Versuche angestellt sind, welche die Brauchbarkeit unzweifelhaft dargethan haben, so auch sind derartige Versuche auf englischen Gruben ausgeführt worden[436]). Eingehende Versuche, mit dem Hochdruckapparat namentlich, haben auf der Zeche ver. Präsident in Westfalen[437]) stattgefunden, so auch auf der Königsgrube in Oberschlesien.

Ganz besonders aber ist hervorzuheben, dass man sich namentlich in Westfalen[438]) und in Saarbrücken[439]), desgleichen auch in Oberschlesien bemüht hat, durch Einlernung von Beamten und Arbeitern den Gebrauch des Apparates in die Praxis einzuführen, und dass man von Zeit zu Zeit die Uebungen wiederholt, um vorkommenden Falls zur Anwendung desselben gerüstet zu sein.

7. Sehr einfach, aber nur mit Luft von atmosphärischem Druck gespeist, ist der Apparat von Galibert[440]). Derselbe besteht aus einem Sack von luftdichter, solider Leinwand, welcher ca. $^1/_5$ Kubikmeter Luft enthält und an zwei Achselbändern auf dem Rücken getragen wird; aus dem Sack führen zwei Kautschuckschläuche, welche sich in ein Mundstück vereinigen, welches der Arbeiter mit den Zähnen im Munde hält. Durch die beiden Schläuche wird sowohl ein-, als ausgeathmet, so dass der Inhalt des Sacks

---

[436]) The Mining Journal. London 1873. p. 1366. 1394; 1874. p. 1302. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 16. p. 402. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. tome IX. p. 846.

[437]) Glückauf. Essen 1873. No. 46. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 606. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 116. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 24.

[438]) Glückauf. Essen 1871. No. 35. 52; 1873. No. 45. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 579. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 303. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 34. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1874. S. 11. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 145. 148. 150.

[439]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 303; Bd. 23. S. 116. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 580. — Zeitschr. des oberschles. berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1874. S. 10. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 288. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Korl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 98. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 16. S. 770. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 150.

[440]) Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 108. — Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 356. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 783.

sehr bald durch die Respirationsgase verschlechtert wird und kaum nach 15 Minuten nicht mehr zum Einathmen tauglich ist. Ein dritter Schlauch führt von dem Sack zur Lampe, um auch diese mit atmosphärischer Luft zu speisen. Zum Füllen des Sacks dient der Blasebalg, ein cylinderisches, 25 Centimeter langes Gefäss, welches aus Leinwand besteht und an den beiden Seiten mit Einströmöffnungen versehen ist, die mit Lederklappen geschlossen sind; ein Kautschuckansatz nimmt das Mundstück der zwei Schläuche auf, wenn der Sack gefüllt werden soll: durch aufeinander folgendes Zusammendrücken des Blasebalgs wird die Lnft angesogen und in den Sack gedrückt. Nach dessen Füllung werden die Schläuche zugeschnürt, um das Entweichen der Luft zu verhüten; am Ort der Gefahr wird die Zuströmung der Luft zur Lampe geöffnet und diese angezündet, der Arbeiter setzt den Nasenquetscher auf, nimmt den Sack auf den Rücken, öffnet die Schläuche und nimmt das Mundstück zwischen die Zähne, worauf die Athmung beginnt. Der Apparat zeichnet sich durch seine Einfachheit aus, kann aber nur da, wo ein kurzer Aufenthalt in den irrespirablen Gasen ausreicht, benutzt werden, auch können enge Räume wegen des grossen Umfangs des Sacks nicht damit betreten werden; der Apparat hat den vorzugsweisen Nachtheil, dass sich die Luft in dem Sack durch die in ihn zurückströmenden Respirationsgase sehr schnell verschlechtert und deshalb reine Luft von dem Arbeiter nicht eingeathmet wird.

8. Dem vorigen in der Anordnung und im Princip gleich ist der Apparat von Fayol[441]), welcher sich indess von demselben dadurch vortheilhaft unterscheidet, dass er einen Respirationsschlauch besitzt, durch welchen die Gase beim Ausathmen abgeführt werden, so dass die in dem Sack befindliche Luft rein dem Arbeiter zum Athmen zugeführt wird. Ausserdem ist die Einrichtung getroffen, den Sack mittelst einer Luftpumpe auch mit gepresster Luft, wenn auch von geringerer Spannung, zu füllen und je nach der Localität mittelst eines 50 Meter langen Schlauches mit solcher Luft gefüllt zu halten, so dass die Arbeiter alsdann mehre Stunden lang an dem gefährdeten Ort ausharren können.

9. Der Apparat von Brasse[442]) führt dem Arbeiter nur Luft von atmosphärischem Druck zu. Der Athmungsregulator ist eine nur 880 Gramm schwere messingene Büchse, welche auf dem Rücken oder der Brust getragen wird. Zwei Zwischenwände a, Fig. 710, trennen die Büchse in 3 Abtheilungen b, c, b, von denen die beiden äusseren b mit der inneren

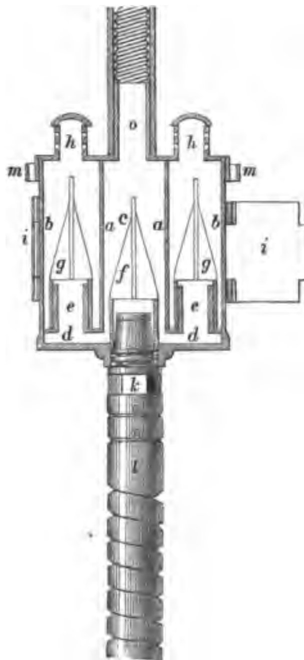
---

[441]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 791. 800.

[442]) Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 357. — Glückauf. Essen 1874. No. 52. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 43. 223. 538. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 144. — Zeitschrift des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1875. S. 322.

c nur durch den schmalen Raum d und die röhrenförmigen Ansätze e verbunden sind. Die Ventile g, f, g bestehen jedes aus 2 einfachen, dünnen Gummiblättchen, welche oben sich lippenartig schliessen und öffnen; sie öffnen sich beim leisesten Ansaugen und schliessen sich beim geringsten Druck. Wird an dem Einathmungsrohre, welches sich an den Ansatz o anschliesst, gesogen, so tritt frische Luft durch den Luftzuführungsschlauch l, das Ventil f öffnet sich, während die Ventile gg geschlossen bleiben; umgekehrt schliesst sich beim Ausathmen das Ventil f, während die Ventile gg sich öffnen und die ausgeathmete Luft durch die Schornsteine hh

Fig. 710



hinaustreten lassen. Die Thüren ii, von denen die eine rechts in der Figur geöffnet erscheint, dienen zum Revidiren der Ventile gg. Durch die Oesen mm werden Trageriemen zum Umhängen gezogen. Der Einathmungsschlauch, welcher an o angeschlossen wird, ist aus Gummi und trägt ein aus Gummi gefertigtes Mundstück, welches zwischen den Zähnen vom Arbeiter festgehalten wird, so dass der Mundverschluss hermetisch ist; der Speichel fliesst in den Boden des Regulators ab. Der Zuführungsschlauch besteht aus einem mit eingelegter Spirale versehenen Gummirohr und ist ausserdem gegen Verletzung von aussen mit einem schützenden Gewebe versehen; derselbe ist 15 Millimeter weit und bis zu 200 Meter lang, er muss bis zu einem völligen wetterfreien Ort führen. Ausserdem gehört ein Nasen-

klemmer zu den erforderlichen Vorrichtungen. Der Apparat hat den Vortheil grosser Leichtigkeit und verdient vor dem von Galibert den Vorzug, weil die ausgeathmete Luft von der einzuathmenden getrennt bleibt, aber das Athmen ist beschwerlich und es lässt sich keine Beleuchtung mit dem Apparat verbinden. Die Arbeiter können mit demselben wenigstens 15 Minuten an den wetterbenöthigten Orten ausharren.

10. Schwann zu Lüttich hat einen Tornisterapparat construirt, aus dessen Reservoir der Arbeiter Luft von atmosphärischem Druck einathmet, während die ausgeathmete Luft, nachdem sie beim Durchstreichen durch ein mit Kalk und Soda gefülltes Behältniss die Kohlensäure abgegeben hat, in das Reservoir zurücktritt. Um an Stelle des beim Athmen verloren gegangenen Sauerstoffs dem Reservoir neuen zuzuführen, sind mit denselben 2 Büchsen verbunden, welche je mit 15 Liter Sauerstoff von 4 bis 6 Atmosphärendruck gefüllt sind, dessen Eintritt in das Reservoir durch das Absorptionsbehältniss hindurch zugleich mit der ausgeathmeten Luft mittelst eines besonderen Regulators nach Bedarf regulirt wird. Die Arbeiter können 2 bis 4 Stunden in den irrespirablen Gasen aushalten. Da sich herausgestellt hat, dass der Mensch auch reinen Sauerstoff einathmen kann, hat Schwann den Apparat vereinfacht, indem er das Luftreservoir fortlässt und dem Arbeiter einen Kautschuksack mit 30 Liter Sauerstoff giebt, aus welchem der Arbeiter direct saugt und in welchen die ausgeathmete Luft, nachdem sie in dem Absorptionskasten die Kohlensäure abgegeben hat, eintritt. Der Arbeiter kann mit dem Apparat eine Stunde in irrespirablen Gasen verbleiben, doch kann man die Zeit verlängern, wenn man besondere Behälter mit gepresstem Sauerstoff mit sich führt und aus diesen den Sack von Neuem füllt. — Auf gleichem Princip beruht der Apparat von Fleuss, welchen derselbe für Taucher construirt hat[443]).

J. Grubenbrände.[444])

Die Grubenbrände sind am wichtigsten bei Lagerstätten brennbarer Fossilien, also bei Steinkohlen, wo sie am häufigsten vorkommen, auch bei Braunkohlen, wie bei Muskau[445]), auf der Grube Glückauf bei Halberstadt[446]), am Westerwalde[447]), auf der Braunkohlengrube zu Hrastnigg in

[443]) Revue universelle. Liège. 2 série, tome 7. p. 601. — Glückauf. Essen 1883. No. 36.

[444]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome 7. p. 839. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 345.

[445]) Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1860. S. 214.

[446]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 66.

[447]) Odernheimer, das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Bd. 1. S. 99.

Untersteiermark[448]), zu Ullersdorf bei Teplitz in Böhmen[449]), auf der Grube Felix bei Bohsdorf im Kreise Spremberg[450]) u. a. a. O. während sich Grubenbrände auf Steinkohlengruben in Oberschlesien, bei Saarbrücken, im mittleren Frankreich, in Staffordshire, bei Newcastle finden[451]). Aber auch auf anderen Gruben sind sie bekannt, wo sie theils nur Brände der Zimmerung sind, theils an den verwitternden Erzen oder den begleitenden bituminösen Gesteinen, wie zu Idria, Entstehung und Nahrung finden. Der im Jahre 1869 stattgehabte Grubenbrand in den Gruben bei Gold-Hill im Staate Nevada, welche auf dem durch seine reichen Silbererze berühmten Comstock-Gange bauen, ist lediglich auf die Entzündung der massenweisen, in den Bauen befindlichen Zimmerung zurückzuführen[452]).

In neuerer Zeit sind derartige durch Entzündung der Zimmerung entstandene Grubenbrände auf dem Erzbergwerk zu Joachimsthal[453]) vorgekommen, auch auf der Grube Herzog Georg Wilhelm bei Clausthal.

I. Entstehung der Grubenbrände.

a. Grubenbrände können durch Unvorsichtigkeit und Mangel an Umsicht entstehen, so durch Einkesseln in Schächten, durch die Feuerung unterirdischer Maschinen in der Nähe der Lagerstätten, durch Wetteröfen, durch Feuerstätten, wie Koksöfen, in der Nähe oder auf dem Ausgehenden, durch Entzünden der Zimmerung. Zimmerungsbrände können sehr gefährlich werden, wenn die Gase sich in der Richtung des Wetterzuges durch die Baue verbreiten, wodurch mancherlei Unglücksfälle herbeigeführt sind, wie, ausser den vorher angegebenen Beispielen, in den 40er Jahren am Harz, neuerdings durch den Brand von Tagegebäuden, der sich in die Grubenbaue forterstreckte, bei Leoben, in Böhmen, auf der Zeche Schleswig-Holstein in Westfalen und a. a. O. Sehr häufig sind Vernachlässigungen bei der Handhabung unterirdischer Kesselfeuerungen und Wetteröfen Veranlassung zu Grubenbränden gewesen, namentlich auch wenn die Verbrennungsgase durch Strecken, welche in der Kohle stehen, abzuziehen haben oder auch dadurch, dass die Verbrennungsprodukte in der Abzugsstrecke fein vertheilten Russ ansetzen und dieser sich später entzündet. Ein Fall der letzteren Art ereignete sich auf dem Skalleyschacht der Königin Louise Grube in Oberschlesien[454]). Der bedauerliche Unglücksfall auf dem Steinsalzbergwerk zu Bochnia, welcher zwei höheren öster-

---

[448]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1864. S. 54.
[449]) Ebenda. 1871. S. 67.
[450]) Zeitschr. f. die Paraffin- etc. Industrie. 1878. S. 91.
[451]) The Engineering and Mining Journal. New-York 1870. p. 81. 311.
[452]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 9.
[453]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 134.
[454]) Schantz: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 168.

reichischen, verdienstvollen Bergbeamten das Leben kostete, scheint durch Vernachlässigung bei einer unterirdischen Maschine, indem sich das Putz- und Beleuchtungsmaterial und von hier aus die Zimmerung entzündete, entstanden zu sein[455]). Andere Grubenbrände, welche durch die Folgen der Anlage von unterirdischen Feuerungen, namentlich durch die Wirkungen der abziehenden heissen Gase hervorgerufen sind, werden von England gemeldet[456]), ebenso von Nordamerika[457]). Die Veranlassung zu dem bedeutenden Grubenbrande auf der Grube Florentine in Oberschlesien ist nicht völlig aufgeklärt, es scheint aber eine absichtliche, böswillige Entzündung vorzuliegen. — Ganz besonders muss man auch alle Vorsicht gegen Feuers gefahr der Tagegebäude, namentlich über einziehenden Schächten anwenden weil bei solchen Bränden, zumal beim Fehlen einer zweiten Verbindun mit der Tagesoberfläche, die Grube und die Arbeiter stark gefährdet sind[458] Am besten ist es, die Tagesanlagen völlig in Eisen herzustellen.

b. Durch Explosion schlagender Wetter entstehen verhältnis mässig selten Grubenbrände und dann meist namentlich beim Vorhandens von Kohlenklein, welches den Brand leicht weiter trägt; auch durch E zündung von Bläsern können sich Grubenbrände entwickeln. Jocha erwähnt, dass durch einen Sprengschuss zum Nachreissen des Neben steins eine leichte Explosion stattgefunden hat, worauf sich innerhalb Versatzes und dessen Zimmerung das Feuer verbreitet hat, so dass schliesslich die Baue ersäufen musste. Ein sehr heftiger Grubenbr welcher durch die beim Wegthun der Schüsse entstehende Entzündung Gasbläsern hervorgerufen worden ist, wird von Polnisch-Ostrau ges dert[459]).

c. Freiwillig durch Selbstentzündung, wozu Stein- und B kohlen geneigt sind, wenn sie fein vertheilten Schwefelkies enthalten, Steinkohlen von besonderer Zusammensetzung; die Fähigkeit der kohle, Sauerstoff zu absorbiren und dies um so mehr, je grösser die fläche ist, führt zu einer allmäligen chemischen Verbindung des K und Sauerstoffs, wodurch Wärme entwickelt und der Grubenbrand e wird[460]); ferner erzeugen mitunter Schwefel- und Kupferkiese G brände, wie z. B. zu Schmöllnitz[461]), wo in den drei mächtigen Sc kies und wenig Kupferkies führenden Stöcken sich eine hohe Tem

---

[455]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 18. 92. — hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 25. 30.

[456]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 4

[457]) Ebenda. Vol. 19. p. 473.

[458]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 223.

[459]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 387.

[460]) Wabner in Zeitschr. f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beu 1871. S. 48.

[461]) Oesterr. Zeitschrift. 1861. S. 33.

entwickelt, von der in anderen Theilen des Lagers und im tauben Gestein nichts wahrzunehmen ist; auch Schiffe, welche von Chili und Australien mit Erzen beladen waren, wären auf der See fast in Brand gerathen. Man wendet deshalb in England und auf allen Flotten der Frage wegen der Selbstentzündung der Kohlen im Schiffsraume neuerdings besondere Aufmerksamkeit zu[462]). Endlich neigen zur Selbstentzündung bituminöse und kohlenhaltige Gesteine, wie z. B. der Brandschiefer, in welchem die Quecksilbererze von Idria eingelagert sind. Auf einer Bleierzgrube in Missouri stieg die Temperatur plötzlich von 15,5 Grad Celsius auf 37,7 Grad, indem sich Schwefelkies zersetzte, weshalb man in solchen Fällen besonders aufmerksam sein muss.

Am meisten zu befürchten ist die Selbstentzündnng compact anstehender Massen, weil darin die Verbreitung um so leichter stattfindet; befördert wird sie durch Zerkleinerung und hohes Aufschütten von Kohlen und Erzen, durch zurückgebliebene Kohlenpfeiler und verstürzte Massen von Kleinkohlen im alten Mann[463]); man sollte überall bemüht sein, nach Möglichkeit die Kohle rein abzubauen und zu Tage zu fördern, selbst wenn das Kohlenklein weniger verwerthbar sein sollte, da das Verstürzen desselben in der Grube oft durch Entzündung die grössten Nachtheile hervorruft. Bei Steinkohlen ist speciell deren Natur von Einfluss, daneben ist unter Tage besonders wirksam etwas Feuchtigkeit, geringer Wetterzug, ferner die feste Decke des im alten Mann hereinbrechenden Gebirges, welche veranlasst, dass die Hitze sehr zusammengehalten wird und keine Ableitung nach oben findet; daher macht man in Oberschlesien die Erfahrung, dass Grubenbrand mehr zu fürchten ist, bei einem Dach aus mürbem, mit Wasser etwas aufgeweichten Schieferthon, als bei festem Sandstein, welcher schwerer zusammenbricht und dann nicht dicht abschliesst.

II. Vorbeugende Maassregeln.

Man darf, um die Zimmerung nicht zu entzünden, die Lampen nicht daran aufhängen, muss Vorsicht beim Einkesseln, wenn es überhaupt gestattet wird, anwenden, die Wetteröfen und die Maschinenfeuer nicht unmittelbar auf die Lagerstätte wirken lassen, auch von derselben die Verbrennungsprodukte abhalten.

Gegen Selbstentzündung schützt:

---

462) The Mining Journal. London 1876. p. 1126. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 298. — Annales des mines. 7 série, tome 10. p. 626. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1880. S. 19. — Glückauf. Essen 1881. No. 16. — Zeitschr. des Vereins für Gewerbfleiss in Preussen. Berlin 1880. S. 471.

463) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 185.

a. möglichst reiner Abbau,

b. Abbau mit vollständigem Versatz, was ein ausserordentlich wirksames Mittel ist,

c. in Oberschlesien schachbrettartiger Abbau, um das Entstehen von Kleinkohlen und das Niedergehen des Daches zu verhindern[464]), doch ist diese Abbaumethode aus anderen Gründen sehr bald wieder verlassen worden, und hat später zu bedenklichen Katastrophen Veranlassung gegeben,

d. Abschliessen des alten Mannes durch Dämme, wozu von vorn herein gehörige Theilung des Flötzes in Abbaufelder nöthig ist, welche von Sicherheitspfeilern eingerahmt sind; der Erfolg ist nur sicher, wenn nicht durch Zusammenbrechen des Daches Risse und Spalten bis zu Tage entstehen, welche schwachen Luftzug unterhalten, weshalb man dann auch die Pingen und Tagebrüche einebnet, um der Luft den Zutritt abzuschliessen,

e. wenn das Abschliessen keinen Erfolg verspricht, oder sich eine Steigerung der Temperatur bemerklich macht, wendet man im Gegentheil eine kräftige Ventilation an, selbstredend nur so lange, wie der Brand noch nicht ausgebrochen ist.

In den Fällen, wo die Verbrennungsgase unterirdischer Feuerungsanlagen abgeführt werden sollen, wendet man wohl Exhaustoren zur Abkühlung der Gase an, damit sie nicht zur Entzündung der Kohle in den Strecken oder der Zimmerung oder des abgesetzten Russes Veranlassung geben; mit Erfolg ist eine solche Anlage auf der Königin Luise Grube in Oberschlesien hergestellt worden[465]).

Die Hitze leitet man wohl ab durch Einlegen von Faschinensträngen im Bergeversatz, welche auch bei Kohlenhalden in der Nähe von Waldenburg durch Erdmenger angewendet wurden. Derselbe legte auf den Boden eine horizontale Faschinenlage, darauf in Entfernungen von 2 Meter und in der Form von ⁙ gestellt, verticale Faschinen, welche wie die horizontalen, über die Oberfläche des Haufens hervorragen; wenn sich die Kohlen erhitzen, so entweicht zwischen den Faschinenreisern Dampf, was nach und nach aufhört; dabei verschlechtern sich die Kohlen, so dass man eine hohe Aufschüttung vermeiden muss. Statt der Faschinen bringt man auch horizontale und verticale, in den Wänden durchbohrte Lutten an; dieselben bringen mehr Luft in das Innere, ein Rauchen entsteht nicht, aber die Lutten verstopfen sich leicht.

---

[464]) Meitzen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9B. S. 187.

[465]) Schantz: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 168. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 18. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 20. p. 312.

III. Dämpfen der Grubenbrände.

Bei geringer Ausdehnung des Brandes, bei Streckenbränden, gelingt zuweilen das Löschen durch Wasser mittelst Handspritzen; man hat vorgeschlagen, dem Wasser Substanzen, wie Vitriol, Eisenocker, Salz, Salzsäure beizumischen, um gleich damit einen dichten Ueberzug zu bilden. Auf den Braunkohlenbergwerken bei Frankfurt a. O. hat man frisch ausgebrochenen Grubenbrand durch directe Löschung mittelst einer Feuerspritze bewirkt, wobei die Anwendung eines der oben beschriebenen Rettungsapparate wesentliche Dienste leisten würde. Selbstredend kann diese Methode nur bei Grubenbränden empfohlen werden, wenn sie zum ersten Male auf einer Grube und nur erst schwach auftreten[466]; doch ist es mit Erfolg auch auf der Pendleton-Grube in England, wo schon öfter Grubenbrände stattgehabt hatten, angewendet worden[467]. Am besten bewirft man die glühenden Massen mit Lehm, wodurch das Fortpflanzen des Brandes gehindert wird; wirksam ist auch, wenn man die brennenden Massen hereingewinnt und wegfördert.

Bei grösseren Grubenbränden, und namentlich in Steinkohlengruben, sind folgende Maassregeln möglich.

a. Isoliren des Brandfeldes durch Dämme. Hierdurch will man, wo möglich, den Brand ersticken, indem man den Zutritt der Luft abschneidet; wenn dies aber nicht möglich ist, will man ihn auf die Ausbruchstelle beschränken und das fernere Umsichgreifen verhindern, der erste Zweck lässt sich bei flachen Tiefen selten erreichen, weil doch immer Verbindungen mit der Tagesoberfläche bleiben; wenn die Bauabtheilung an sich isolirt ist, so versucht man zunächst Querdämme, anderenfalls führt man Strecken durch das Brandfeld und bringt in diesen die Verdämmungen an.

Auf den Gruben bei Waldenburg unterschied man früher: Wurfdämme, welche von Erdmenger auf der Fuchsgrube angegeben wurden, zum Zurückdrängen des Feuers, aus Letten oder Lehm, Bergen oder Ziegelstücken bestehend. Diesen folgten Fang- oder Branddämme, wenn jene, nach Abkühlung mit Wasser sich nicht weiter vorschieben lassen: in Schlitze von 52 Centimeter Tiefe, welche ringsum in die Streckenbegränzung eingehauen werden, bringt man 2 Mauern, von denen die nach der Feuerseite 3, die nach der anderen Seite 2 Ziegelsteine stark ist, den Zwischenraum füllt man mit Sand aus. Jetzt wendet man in Oberschlesien[468] Mauerdämme von Bruch- oder Ziegelsteinen an, letztere häufiger; als Mörtel dient 1 Theil Kalk mit 3 Theilen gesiebter Zinkhütten-

---

[466]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 88.
[467]) The Mining Journal. London 1872. p. 1160.
[468]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2A. S. 389; Bd. 8A. S. 197.

schlacke oder in Ermangelung der letzteren Sand, nur bei unmittelbarer Nähe des Feuers wendet man Lehmmörtel an; dabei werden die Flächen der Mauerdämme glatt abgeputzt. Aehnlich verfährt man auch auf den Gruben bei Saarbrücken.

Querdämme reichen oft nicht hin, selbst wenn das Abbaufeld mit Sicherheitspfeilern umrahmt ist, alsdann bringt man streichende Dämme an den Stössen der umgebenden Pfeiler an; diese werden auch nöthig, wenn man den Brand durch Auffahren einer Strecke oder durch Umfahren isoliren will. Im letzteren Fall legt man in England wohl zwei parallele Dämme an und lässt dazwischen einen Luftgang, der zum Befahren benutzt wird, auch wohl zum Fliessenlassen von Wassern. Grosse Arbeiten dieser Art finden sich auf der Grube Reden bei Saarbrücken, in Oberschlesien, besonders auf der Fanny- und Königsgrube daselbst[469]). Am letzteren Orte hat man im Sattelflötze den Damm 8 bis 9 Meter hoch, unten 1,5 Meter, oben 1 Meter dick gemacht, aus Ziegelsteinen und Mörtel von Kalk und Zinkgekrätz oder Sand hergestellt, wo der Damm mit Feuer in Berührung kommt, hat man Lehm angewendet; der Zweck ist nicht vollständig erreicht, da Verlängerungen des Dammes nöthig sind.

Es ist sehr zweckmässig, solche Dämme, auch die Kohlenstösse mit Mörtel glatt zu berappen; auch berieselt man dieselben wohl mit Wasser. In die Sicherheitspfeiler lässt man Wasser unter Druck zur Abkühlung eintreten, während man auf Fannygrube in Oberschlesien zwischen Damm und Stoss Luftkühlung eingeführt hat. Auf Karolinengrube bei Kattowitz hat sich ein durch das Brandfeld geführter Pisédamm nicht bewährt. Trotz der angebrachten Dämme ist auf der Morgenrothgrube bei Myslowitz in Oberschlesien das Feuer durchgebrochen und hat die Schachtzimmerung und die Gebäude über Tage zerstört[470]); ähnlich geschah es auf dem Skalleyschacht der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien im Jahre 1870. Mit Erfolg sind Branddämme auf der Steinkohlengrube bei Bras in Böhmen[471]) aufgeführt worden; man stellte drei Dämme hinter einander her, wodurch der Brand von den noch freien Grubenräumen abgehalten wurde.

Dämme, welche Brandfelder abschliessen, müssen häufig untersucht werden, wozu man zur Vermeidung von Gefahr sich der Sicherheitslampe bedient, wenn man nicht noch zweckmässiger die photoelectrische Lampe von Dumas und Benoît oder am besten einen der oben geschilderten und bewährten Rettungsapparate zum Eindringen in irrespirable Luft benutzen will.

b. Wenn man dem Brande überhaupt nicht mehr ohne Gefahr nahe kommen kann, was besonders der Fall ist, wenn gleichzeitig schlagende

---

[469]) Meitzen a. a. O.

[470]) Der Berggeist. Köln 1871. S. 309.

[471]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 140.

Wetter explodiren, wie auf belgischen und englischen Gruben, so bleibt nichts übrig, als die Grube zeitweilig zu verlassen und alle Schächte, welche den Wetterzug unterhalten, zu verschliessen[472]. Um diesen Verschluss zu bewirken, hängt man wohl in die Schächte Bühnen an Ketten ein und bewirft dieselben mit nassen Letten; um die Wasser, welche sich alsdann oberhalb der Bühnen sammeln, abzuführen, bedient man sich eines heberförmigen Rohrs. Man muss längere Zeit warten, bevor man wieder öffnen darf, wohl 6 bis 8 Wochen, auch 3 Monate, ohne einen sicheren Erfolg zu haben, da dennoch nach dem Oeffnen der Brand aufs Neue ausbrechen kann.

Für Steinkohlen- und Braunkohlengruben ist es von grösster Wichtigkeit, die Verbindung der abgebauten Felder mit der Tagesoberfläche, wie sie durch Brüche vielfach hergestellt wird, so schnell wie möglich durch Einebnen der Tagebrüche, wo möglich mit lehmigen Massen, zu bewirken[473].

Auf der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien erfasste der Grubenbrand die bis in das Füllort des Skalleyschachtes reichenden Kohlenpfeiler, von wo aus sich der Brand auf die Zimmerung des Schachtes und die Tagegebäude ausdehnte. Der Brand konnte nur durch gänzliches Verfüllen des Schachtes gedämmt werden. Nachdem der Schacht allmälig wieder aufgezogen und in Mauerung gesetzt worden war, ist man im Stande gewesen, das Brandfeld durch Mauerdämme abzuschliessen. — Auf derselben Grube war durch einen Steinbruch die Verbindung der Tagesoberfläche mit den Grubenbauen hergestellt und dadurch der Grubenbrand angefacht worden; derselbe konnte nur dadurch beseitigt werden, dass man den betreffenden Theil des Steinbruchs verfüllte und unzugänglich machte.

c. Zur Erstickung des Brandes findet auch Einleiten von Gasen, welche keinen Sauerstoff mehr enthalten und aus Stickstoff und Kohlensäure bestehen, statt, welches Verfahren von Golds Worthy Gurney und angeblich schon früher von Letoret angewendet ist. Die Gase werden durch Verbrennen von Kohlen oder Koks in einem niedrigen Schachtofen[474] oder duch Brennen von Kalkstein, wie durch Gurney selbst auf der Grube Black Brook[475] erzeugt; um die Gase nach Unten zu drängen, lässt Gurney hochgespannte Wasserdämpfe durch eine enge Oeffnung des sonst bedeckten Schachtes einströmen, gleichzeitig wohl aus dem anderen Schachte Dampf ausblasen. Nach erfolgter Löschung wird nur Dampf und später Wasser zur Abkühlung eingeführt. Während 14 Tage lang wurden in der Minute

---

[472]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 454; Vol. 21. p. 491.

[473]) Wabner a. a. O.

[474]) Ponson a. a. O. t. II. p. 331.

[475]) Busse, Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 84.

250 bis 280 Kubikmeter Gase eingeleitet, wozu 2 bis 3 Kessel Dampf von 2 Atmosphären Spannung lieferten.

Die Ansichten über dieses Verfahren sind sehr getheilt, dem günstigen Bericht von Jottrand über dasselbe auf der Grube Agrappe zu Frameries bei Mons im Jahre 1844[476]) steht ein entgegengesetzter durch Delsaux und Gille[477]) gegenüber bei Beschreibung eines neuen Brandes auf Schacht No. 3 derselben Grube im Jahre 1856, welcher vorzugsweise gelöscht wurde durch Schliessen der Schächte, auch des ausziehenden, was sehr wesentlich ist, weil durch die Ansammlung der Kohlensäure, als Verbrennungsproduct, Explosionen des Grubengases verhindert werden; die Genannten behaupten, dass nicht die Gaseinströmung allein, sondern vorzugsweise das gleichzeitige Versaufenlassen den von Jottrand besprochenen Brand gelöscht habe.

Dagegen giebt Busse das Verfahren auf der Grube Black Brook als wirksam an; freilich waren auch hier alle Schächte geschlossen bis auf den zum Einströmen der Kohlensäure. Auch Dunn[478]) hat die Gaseinströmung auf einer Grube bei Dalghuerran in Ayrshire und auf Drumpellier colliery bei Airdrie thätig gesehen und spricht die Hoffnung des Gelingens aus. Auch von anderen Punkten Englands und Nordamerika's[479]) ist die Benutzung der Kohlensäure mit und ohne Verbindung mit Wasserdampf zum Löschen von Grubenbränden erfolgt, wozu man sich eines besonderen Apparats unter dem Namen Extincteur bedient. — An anderen Orten hat man allein hochgespannte Wasserdämpfe angewendet[480]).

Im Allgemeinen möchte mehr Werth auf das gleichzeitige Schliessen der Schächte, als auf das Einleiten von Gasen zu legen sein.

d. Ersäufen der Gruben ist in England, Belgien[481]), auch in Idria zur Anwendung gekommen, aber das äusserste Auskunftsmittel, wenn andere Mittel nicht fruchten, und namentlich das Verschliessen der Schächte zu lange auf Erfolg warten lässt. Man lässt die Grubenwasser aufgehen und leitet nöthigenfalls noch Wasser von Tage her hinein; hochgespannte Dämpfe, starke Explosionen sind die Folge. Das Ersäufen hat die erheblichsten Nachtheile für die künftige Fortsetzung der Grubenbaue und sichert auch nicht, wenn der Brand durch Selbstentzündung entstanden war, vor dem Wiederausbruch nach dem Sümpfen.

e. Man lässt auch wohl, nachdem der Abbau rings um das Brandfeld

---

[476]) Annales des travaux publics. t. XI. p. 239.

[477]) Ebenda. t. XVII. p. 223.

[478]) Dunn, A Treatise on the Winning and Working of Collieries. S. 189.

[479]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 454; Vol. 20. p. 305; Vol. 21. p. 491. — The Mining Journal. London 1874. p. 690. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome II. p. 657.

[480]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 19. p. 473. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 118.

[481]) Annales des travaux publics. t. XI. p. 309.

erfolgt, dasselbe, wenn es isolirt liegt, vollständig ausbrennen, indem man alle Verdämmungen öffnet, auch wohl noch durch einen besonderen, in die Mitte des Brandfeldes niedergebrachten Schacht oder durch ein Bohrloch dasselbe direct mit der Tagesoberfläche in Verbindung setzt.

Das Arbeiten in der Nähe von Grubenbränden bringt vielfache Gefahren mit sich, namentlich sind die Arbeiter vor Hitze, vor der ausbrechenden Flamme, vor den Wirkungen der brandigen Wetter zu schützen, welche letztere sehr häufig Unglücksfälle herbeiführen, wie z. B. bei dem allgemeiner bekannt gewordenen Fall auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken. In der Nähe der Flamme müssen die Arbeiter, um die Hitze abzuhalten, ganz bekleidet sein, im Uebrigen empfiehlt sich eine möglichst leichte Bekleidung; die Wetter müssen bei geringen Tiefen möglichst durch Bohrlöcher erfrischt werden; jedenfalls ist eine häufige Ablösung der Arbeiter, oft schon nach 5 bis 6 Minuten erforderlich. Dabei empfiehlt es sich, Nase und Mund mit nassen oder in Essig getränkten Tüchern zu bedecken und den Arbeitern Erfrischungen in wenig Branntwein mit trocknem Brod, nicht Wasser oder Bier zu reichen, auch Kaffee dürfte gut sein; ganz besonders aber ist in diesen Fällen die Anwendung der oben beschriebenen Rettungsapparate zu empfehlen.

In jeder Beziehung aber ist bei dem Arbeiten in der Nähe von Brandfeldern die grösste Vorsicht anzuwenden.

NEUNTER ABSCHNITT.

Wasserhaltung.[1])

Die Wasserhaltung umfasst die Behandlung der Mittel und Wege, die Grubenbaue von Wassern frei zu halten und, wenn solche eingedrungen sind, sie davon frei zu machen, in welcher Beziehung man unterscheiden kann Wasserlosung (Abhalten der Wasser) und Wasserhebung (Fortschaffen der Wasser), welche entweder durch Stolln oder durch mechanische Mittel erfolgt.

Man hat in Bezug auf den Ursprung der Wasser den Unterschied zwischen Tagewassern und Grundwassern aufgestellt, welcher bekanntlich wissenschaftlich nicht zu halten ist, da für alle in den Schichten des Bodens aufgefundene Wasser der Ursprung von den auf der Tagesoberfläche stattgehabten atmosphärischen Niederschlägen und den daselbst vorhandenen Wasserläufen abzuleiten ist; indess ist für die Praxis beim Bergbau die Unterscheidung deshalb von Werth, weil bei guter Absperrung der Tagewasser, also derjenigen, deren Zusammenhang mit der Tagesoberfläche unmittelbar constirt, die Grubenräume oft ganz trocken zu erhalten sind.

Auf die Menge der Wasser sind von Einfluss:

1. die Witterungsverhältnisse und das Klima, indem in trocknen Gegenden und trocknen Jahreszeiten weniger Wasserzuflüsse zu beobachten sind, als in feuchten Gegenden und in Jahreszeiten mit häufigen wässerigen Niederschlägen; es sind sehr häufig Perioden wahrzunehmen, in welchen in Folge der Witterung die Wassermengen regelmässig zu-, beziehungsweise abnehmen. Die Wichtigkeit der Beziehungen der Witterungsverhältnisse und des Klima's zu den Wasserzuflüssen in den Gruben wird immer mehr erkannt und fordert zu regelmässigen meteorologischen Beobachtungen in Betreff der atmosphärischen Niederschläge, der Regen- und Verdunstungshöhe innerhalb der Tagesoberfläche und ihrer Relationen zu den Wasserzuflüssen auf; wie die Beobachtungen des Baro-

[1]) Julius Ritter von Hauer: Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1879.

meters, Thermometers und der Windrichtung für die Wetterführung würden jene für die Wasserhaltung von Bedeutung sein. Das von der Steinkohlengrube St. Ingbert in der bairischen Pfalz in den angegebenen Quellen vorgeführte Beispiel, wobei allerdings Beobachtungen von entfernteren Orten zu Grunde gelegt sind, lässt noch kein scharfes Bild der gegenseitigen Beziehungen erkennen[1]).

2. Die Beschaffenheit der Oberfläche, welche geschlossen gegen das Durchdringen der atmosphärischen Niederschläge sein kann oder dieselben frei in die tieferen Schichten dringen lässt; mit Wald bewachsener Boden lässt das Wasser leicht durch, während das Lichten der Wälder im Allgemeinen Trockenheit des Bodens bewirkt, aber auch die Veranlassung zu plötzlichen grossen Niederschlägen bietet, welche gewaltsam in die tieferen Schichten eindringen. Von Wichtigkeit ist es, ob auf der über den Grubengebäuden befindlichen Tagesoberfläche fliessende oder andere Wasser vorhanden sind, welche entweder zur schnelleren Abführung der niedergeschlagenen Wasser geeignet sind oder gerade die Gefahr in sich bergen, Wasserreservoirs zu bilden, deren Inhalt langsam oder plötzlich den Grubenbauen zugeführt werden kann. Sind tiefe Einschnitte vorhanden, welche keinen Ausgang haben, so können sich zu Fluthzeiten in ihnen Wasser sammeln und aufstauen und den Grubenbauen Gefahr bringen. Bedingungen mannigfacher Art können auf der Oberfläche vorhanden sein, welche Beachtung bei Sicherstellung der Grubenbaue vor allmäligen und plötzlichen Wasserzuflüssen verdienen, so z. B. die Gletscher im Salzburgischen, deren Ränder in der Regel Wasser führen, Torfmoore, welche auf eine reiche Wasserführung der Oberfläche deuten u. a. m. Finden sich Pingen von früherem Bergbau auf der Oberfläche, so muss man dieselben einebnen, wenn man nicht in steter Gefahr sein will, durch sie plötzliche Niederschläge in grosser Menge den Gruben zuzuführen. Dass alle diese Punkte zahlreiche Veranlassungen zur Wasservermehrung in den Bergwerken geben, ist dadurch erwiesen, dass der Bergbau fast immer die Tagesoberfläche abtrocknet und Brunnen versiegen macht.

3. Die Beschaffenheit des Gebirges ist von Einfluss, die Wasser von der Oberfläche mehr oder weniger in die Grubenbaue zu ziehen. Lockere, zerklüftete, mit offener Schichtung versehene Gebirgsmassen lassen die Wasser ungehindert oder nur mit geringeren Hindernissen hindurchtreten; wenn offenklüftige Gänge durchsetzen oder Fäulen, Gänge mit aufgelöster Ausfüllungsmasse vorhanden sind, so findet oft eine directe Communication der Wasser von der Tagesoberfläche mit den Gruben statt; Höhlenräume, z. B. Schlotten in Gips sammeln dann wohl die Wasser auf. In Przibram hat man die Beobachtung gemacht, dass Gruben, welche sich

[1]) Glock: die Meteorologie und die Wasserhaltung in „Der Berggeist". Köln 1870. S. 435. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 329.

in der Grauwacke bewegen, trocken, im Thonschiefer nass und sehr nass sind, ebenso in Cornwall im Granit trocken, im Thonschiefer nass.

4. Endlich ist die Verbreitung der Baue von Einfluss auf die Wasserzuführung, da die Gebirgsglieder dadurch mehr und mehr geöffnet und eine immer grössere Oberfläche dazu beiträgt, Wasser in die offenen Baue zu entsenden.

A. Wasserlosung.

Das Abhalten der Wasser von den Grubenbauen oder wenigstens ihre Verminderung erfolgt durch die mannigfachsten, je nach den gegebenen Verhältnissen sehr verschiedenen Mittel.

Man hat für alle Mündungen der Grubenbaue, durch welche sie mit der Oberfläche in Verbindung stehen, die Möglichkeit offen zu lassen, sie wasserdicht zu versperren, um das plötzliche Eindringen von unerwartet durch Niederschläge eintretenden Fluthen zu verhindern, wodurch ähnlichen Ereignissen vorgebeugt wird, wie sie im Jahre 1858 auf der Steinkohlengrube Reher Dickebank in Westfalen eintraten, wo der am Ende einer sonst trockenen Thalschlucht belegene Tiefbauschacht vollständig überfluthet wurde; Aehnliches ereignete sich 1857 bei Zwickau. Dabei sind alle Pingen sorgfältig auszufüllen, ungangbare Schächte fest zu verbühnen. Kann die Vorrichtung zur Absperrung nicht getroffen werden, so muss man die Ausgänge mit Gräben umziehen, welche geeignet sind, die gewöhnlich sich sammelnden Wasser ebenso, wie plötzliche Niederschläge abzuführen, wobei man ausserdem gut thut, zur Isolirung der Gräben von den Halden in der Nähe der Mündungen die letzteren mit Lehmdämmen zu umgeben. Flüsse und Bäche in der Nähe der Schacht- und Stollnöffnungen werden zweckmässig in wasserdichte Gefluther gefasst, um jedes Durchlassen der Wasser durch das Bett des Wasserlaufes zu verhindern. Hierher gehört auch das System von Wasserriesen (Wasserreisen) bei dem Salzbergbau von Berchtesgaden[3]) und anderen Salzbergwerken, welche dazu bestimmt sind, Regenwasser an den steilen Gehängen aufzufangen und schnell über die Oberfläche abzuführen, damit sie keine Gelegenheit finden, in das Erdreich einzuschneiden und in die Grubenbaue, beziehungsweise zu dem Salzlager zu dringen. Man hat sogar versucht, die ganze Oberfläche über den Gruben mit wasserdichtem Ueberzuge zu versehen, so bei dem Quecksilberbergbau zu Almaden, wo man im 16. Jahrhundert die Gesteinoberfläche auf grossen Strecken mit einem Ueberzug von Kalkmörtel versah und darüber noch Lehm brachte, ebenso überzog man bei der Grube Bergwerkswohlfahrt am Harz die ganze Oberfläche mit einem wasserdichten Ueberzuge. Hierin gehört

---

[3]) Hailer, der Salzbergbau zu Berchtesgaden in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4B. S. 85.

auch das Ausmauern der Schächte zunächst der Hängebank, so weit die oberen Schichten reichen, um die aus ihnen zusitzenden Wasser von den Schächten abzuhalten, wodurch häufig eine grosse Erleichterung für die Wasserhaltung erreicht wird.

Das Ableiten der Wasser, wenn es den Boden unter der Oberfläche bereits durchzogen hat, erfolgt durch Röschen und Anzüchte. Die Anzüchte sind kleine gemauerte Kanäle, welche einige Fuss unter die Oberfläche gelegt und meist nur zum Abtrocknen der Oberfläche benutzt werden, sie bewirken die Drainage des Grund und Bodens und werden jetzt wohl grösstentheils durch thönerne Drainröhren ersetzt. Fürchtet man Verschlämmung der zur Abführung des Wassers bestimmten Kanäle, so wirft man am besten offene Gräben aus und füllt dieselben wieder mit lockeren Steinen, wodurch gleichfalls eine Drainirung des Grund und Bodens bewirkt wird. Tiefer gelegene Röschen werden gleichfalls angelegt, um den Grund und Boden unmittelbar unter der Oberfläche abzutrocknen und die aufgenommenen Wasser abzuführen. Hierher gehören auch die Circumferentialstolln, mit welchen die Schächte beim Salzbergbau umgeben werden, um von dem Salzgebirge jeglichen Wasserzutritt abzuhalten.

Durch alle diese Mittel ist es zwar möglich, den Wasserzugang von der Tagesoberfläche zu den tieferen Gebirgsschichten zu verringern, ganz zurückgedrängt wird er niemals werden, im Gegentheil finden sich in der Regel gewisse Gebirgsglieder, bei deren Durchörterung man ganz besonders auf mehr oder weniger bedeutende Wasseransammlungen stösst, wie z. B. die jüngeren Gebirgsglieder über dem Steinkohlengebirge in Westfalen und in Belgien, welche sehr wasserreich sind, während das Steinkohlengebirge selbst nur geringe Wasserzuflüsse zeigt. Um den Zutritt dieser Wasser aus dem Deckgebirge zu den Grubenbauen im Steinkohlengebirge abzuhalten, werden die es durchörternden Schächte mit wasserdichtem Ausbau versehen, wie er Thl. I. S. 737 geschildert ist, wodurch die Wasser innerhalb ihres Horizontes in die sie führenden Schichten zurückgedrängt werden. — Um aber die Verbindung der durch das Zurückdrängen um so höher gespannten Wasser mit den Grubenbauen nach Möglichkeit zu verhindern, ist es nothwendig, unterhalb der Gränzscheide, welche das jüngere Deckgebirge mit dem Steinkohlengebirge macht, einen Sicherheitspfeiler anstehen zu lassen, welcher gänzlich unverritzt bleibt und gegen die oberen Wasser als Damm dient (vergl. Thl. I. S. 474). — Beim Abbau hat man überall für Schonung wassertragender Schichten nach Möglichkeit Sorge zu tragen, damit dieselben nicht zu Bruche gehen und dadurch nicht die von ihnen bis dahin zurückgedämmten Wasser in die Grubenbaue treten; dahin gehören die Thondecken über vielen Braunkohlenflötzen, der hangende Schieferthon über Steinkohlenflötzen, die Thonschichten (dièves) in Belgien und im nördlichen Frankreich (vergl. Thl. I. S. 810). Man verhindert den Bruch dieser Schichten durch mannigfache

Vorsichtsmassregeln beim Abbau, wie durch das Anbauen eines Theils der Lagerstätte; durch ausreichende Unterstützung des Daches in den Strecken und Abbauräumen mittelst Zimmerung oder Mauerung, durch schachbrettförmigen Abbau, wobei ein namhafter Theil der Lagerstätte zur Sicherung des Grubenbaues geopfert wird (vergl. Thl. I. S. 582). — Ein weiteres Augenmerk beim Abbau ist darauf zu richten, dass die Durchörterung von Verwerfungen nach Möglichkeit vermieden werde, weil dieselben sehr häufig wasserführend sind und die Verbindung der tieferen Gebirgsschichten mit der Tagesoberfläche oder den oberen wasserreichen Schichten herstellen.

Hier bleibt auch die in Preussen bestehende Vorschrift (vergl. Thl. I. S. 483) zu erwähnen, wonach an den Markscheiden der Grubenfelder Sicherheitspfeiler stehen zu lassen sind, um die in den benachbarten Gruben etwa angespannten Wasser nicht durch plötzliche Durchbrüche in die Grubenbaue zu ziehen.

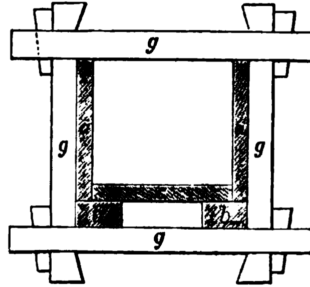
Von grosser Wichtigkeit für das Abhalten der oberen Wasser von den tieferen Bauen sind die Stolln, welche neben dem Zweck, eine obere Abbausohle zu bilden und zur Förderung und Wetterführung zu dienen, vorzugsweise dazu bestimmt sind, die Wasser aus den über ihrer Sohle belegenen Gebirgslagen aufzufangen und abzuführen, damit dieselben nicht tiefer fallen, sie bilden eine Drainirung des Gebirges im Grossen.

Liegen mehrere Stolln übereinander, so soll man die oberen nicht verfallen lassen, weil besonders in Fluthzeiten die unteren häufig nicht im Stande sind, alle Wasser aufzunehmen und abzuführen.

Um die in den Bauen angefahrenen Wasser zu sammeln und zu concentriren, bringt man s. g. Gequelle an, welche die Wasser in den Stolln ableiten. Damit die in den Stolln angesammelten Wasser nicht in die unter ihnen befindlichen Baue treten, hat man für Sicherstellung und Dichtheit der Stollnsohle zu sorgen. Dies geschieht in Preussen dadurch, dass auch hier unter der Stollnsohle ein unverritzt zu lassender Sicherheitspfeiler stehen bleibt (vergl. Thl. I. S. 474), um das Zubruchbauen der Sohle zu verhindern; das Verdichten der Stollnsohle erfolgt durch Letten, Rasen, Lehm, hydraulischen Mörtel mit oder ohne aufgelegte Gerinne, Gefluther oder Spundstücke, wodurch man zuweilen, wie z. B. in Przibram eine fast völlige Trockenheit der tieferen Baue erreicht; Mörtel schliesst in der Regel dicht ab, Rasen erfüllt diesen Zweck selten. Häufiger legt man zur Fassung der Wasser über undichte Theile der Stollnsohle Gerinne oder Spundstücke, welche gewöhnlich aus Holz, seltener aus Eisen oder Mauerwerk hergestellt werden, wobei der Unterschied zwischen Gerinnen und Spundstücken lediglich in der Grösse der Ausführung liegt. Gerinne werden in kleineren Dimensionen bei geringen Wasserquantitäten benutzt; sie werden entweder aus einem halben Stamm mit runder Axt ausgehöhlt oder, wie in den meisten Fällen, aus drei Brettern zusammengenagelt, indem man die Längs- und Stossfugen mit

Hanffasern oder Letten verdichtet und durch Anbringen von Spreizen oben zwischen den beiden Seitenbrettern dem Ganzen Steifigkeit giebt. **Spundstücke** werden bei grösseren Wassermengen gebraucht. Dieselben bestehen aus 2 Seitenbrettern aa, Fig. 711, welche aus starken Pfosten

Fig. 711.



hergestellt werden, unter dieselben werden Trageleisten bb genagelt und auf diese der Boden c aus Brettern mittelst Nägeln befestigt, alle Fugen werden mit feinem Moos gedichtet; die Seitenborde nimmt man 4 bis 8 Meter lang und verbindet die Stossfugen durch Spunde d in Fig. 712, oder durch Spundfedern e in Fig. 713 oder durch einen linsenförmigen

Fig. 712.



Fig. 713.



Fig. 714.



Spahn f in Fig. 714, welcher die Fuge deckt, zunächst auf Moos ruht und durch Klammern festgehalten wird; die letztere Verbindung ist fest und kann doch leicht wieder gelöst werden.

In Entfernungen von 4 zu 4 Meter werden oben Spannstege mit schwalbenschwanzförmigen Zapfen in die Seitenpfosten eingelassen, wodurch dem Ganzen Steifigkeit gegeben wird. Zum grösseren Zusammenhalt werden von 1,33 zu 1,33 Meter Zwingen gg in Fig. 711 um das Spundstück gelegt, und dieselben entweder auf die natürliche Sohle des Stollns oder auf besonders angebrachte Stege verlagert. Eine grössere Verflutherung dieser Art fand im Hauptschlüsselerbstolln bei Zabrze in Oberschlesien[4]) statt.

[4]) Meitzen, die wasserdichte Verfluthenung des Königl. Hauptschlüsselerbstollns im Felde der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4 B. S. 153.

In den 1,5 Meter breiten, 2,615 Meter hohen Stolln wurden die Gefluther von 0,889 Meter lichter Weite und 0,628 Meter lichter Höhe auf ein 0,471 Meter hohes Thonbett verlegt; die einzelnen Gefluther sind 0,523 Meter lang, sie bestehen aus Kiefernholz, nur die oberen Borde aus Eichenholz, der Boden ist 65 Millimeter, die Borde sind 105 Millimeter stark; auf jedes Gefluther sind 3, in der Mitte und an den beiden Enden je eine Zwinge oder Klammer von 105 zu 157 Millimeter starkem Eichenholz angebracht, ausserdem an den Wechselstellen zweier Gefluther derartige 21 Centimeter starke, welche mit Holznägeln an dem Gefluther befestigt sind. Die Ausführung ist 230 Meter lang; nach der Verlegung erfolgte auch zwischen den Seitenstössen und den Gefluther wänden eine 17 Centimeter starke Ausfüllung mit Thon.

Schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts hat man zu Schneeberg bei einem Umbruchsort des Hauptstollns eiserne Spundstücke zur An-

Fig. 715.

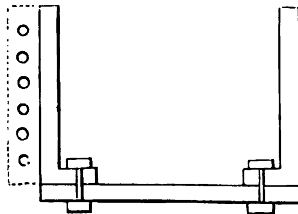
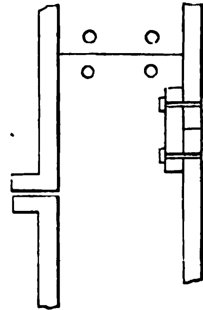


Fig. 716.



wendung gebracht, deren Anlagekosten gross sind, doch halten sie so lange, dass sich die Kosten bezahlt machen. Sie bestehen aus gusseisernen, unten mit einer rechtwinkelig angegossenen Backe versehenen Borden, unter welche der Boden geschraubt wird; die Wechsel sind durch darüber gelegte und verschraubte Schienen verbunden, oder man giesst Laschen an die Enden der Gefluther, welche durch Schrauben verbunden werden; auch über die Wechsel des Bodens werden Schienen geschraubt, Fig. 715 und 716; die Dichtung erfolgt durch Einlegen von Tuchstreifen, welche mit Bleiweisskitt bestrichen sind, in die Fugen. Zwischen die oberen Borde werden Spreizen geschlagen, um dem Ganzen grössere Steifigkeit zu geben. Zur Verstärkung des Bodens würde es sehr gut sein, wenn man unter denselben Tragrippen anbringt und dieselben durch Schrauben befestigt, weil sonst Wasserdruck von Unten den Boden leicht sprengen kann.

Steinerne Spundstücke, aus Ziegeln mit Cement gemauert, hat man im Mansfeldischen angewendet, wobei man die Steine auf die hohe Kante stellt; das Ganze wurde ringsherum ausgefüllt, um der Mauer mehr Festigkeit zu geben. Besser und eine sichere Ausführung wird es sein,

wenn an Stelle solcher gemauerter Gefluther die Sohle mit einem wasserdicht gemauerten Gewölbe versehen würde.

Am Anfang und Ende der Gefluther muss ein Damm liegen, damit die Wasser gezwungen werden, innerhalb der verflutherten Strecke allein durch die Spundstücke zu laufen; dabei ist empfohlen, neben den Geflutbern den Raum nicht durch Berge oder dichtende Massen auszufüllen, weil man sonst nicht beobachten könne, ob Wasser durch die Fugen des Gefluthers durchtreten.

Fürchtet man, dass die Wasserseige des in der Lagerstätte aufgefahrenen Stollns die Wasser nicht hält, so bringt man sie in das liegende Nebengestein, namentlich bei flach fallenden Flötzen, oder man bringt, wenn das Gestein in der Nähe der Lagerstätte zu undicht ist, für den ganzen Wasser durchlassenden Stollntheil ein Umbruchsort an; auf der Lagerstätte muss man dann zum Auffangen der Wasser auch noch ein Gerinne offen halten und aus diesem die Wasser in gewissen Entfernungen durch Querschläge zu dem Stolln leiten.

Als Regel ist zu beachten, dass man das Umbruchsort so viel wie möglich an ein und derselben Seite der Lagerstätte hält und dieselbe nicht durchkreuzt, weil sonst an der Kreuzungsstelle die Dichtheit der Sohle im Umbruchsort nicht aufrecht erhalten wird.

Das Auffangen von Wassern in Schächten wird erforderlich, wenn solche aus den Stössen in den Schacht treten. Man hat dann Rinnen herzustellen, in welchen die Wasser aufgefangen werden, indem man auf die Schachthölzer Latten aufnagelt, und die Fugen an den Stössen mit Keilen verdichtet, was besser als das auch wohl vorgeschlagene Aushöhlen des Schachtholzes ist. Auch bringt man statt der Keilverdichtung wohl nur Bretter geneigt gegen die Stösse an, auf welchen die Wasser den Rinnen zufliessen. Hauptrinnen zur Aufnahme grösserer Wassermengen spitzt man im Gestein aus und legt sie mit Ziegelsteinen aus; von solchen Hauptrinnen führt man dann die Wasser durch Röhren oder Lutten bis zu dem nächsten Sammelplatz der Wasser, so dass der Schachtraum von den wild zusitzenden Wassern befreit wird. Als Palliativmittel sind Traufenbühnen zu erwähnen; es sind dies einfach schräg gestellte Bretter, durch welche die im Schachte niederfallenden Wasser nach den Stössen geleitet werden, was natürlich in Förderschächten unanwendbar ist.

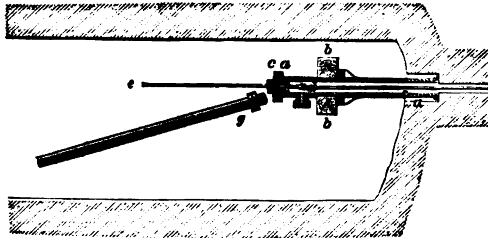
Um die tieferen Bausohlen von dem in oberer Höhe angefahrenen Wasser möglichst frei zu halten, sind die Vorsichtsmassregeln zur Dichthaltung und das Bewahren vor dem Zubruchegehen der Stollnsohlen auch für die oberen Tiefbausohlen unmittelbar anzuwenden, auch in diesen ist für eine undurchlassende Wasserseige Sorge zu tragen und sind angemessene Sicherheitspfeiler anstehen zu lassen, namentlich so lange, bis eine gesicherte Wasserhebung für die tiefere Sohle hergestellt ist.

Wenn durch einzelne Streckenbetriebe oder auch in seltenen Fällen durch Schächte den Bauen so viel Wasser zugeführt werden, dass die vor-

handenen Wasserhebungsvorrichtungen die Wasser nicht zu wältigen vermögen, so müssen diese Betriebe ganz oder zeitweise abgesperrt werden, was durch Verdämmungen geschieht, über deren Einrichtung das Nähere bereits oben (Thl. I. S. 818) erwähnt ist.

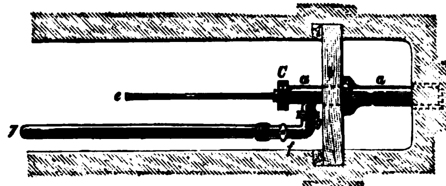
Hierher gehört auch das Abzapfen von Standwassern. In dem Gesetz über die Ventilation und Inspection der Bergwerke im Staate Pennsylvanien vom 3. März 1870 ist in Section IX vorgeschrieben[5]), dass vor

Fig. 717.



jedem Orte, welches sich einem alten Baue mit vermutheten Standwassern nähert, 6,277 Meter weit vorgebohrt werden muss. — Auf der Grube Centrum bei Eschweiler hatte man bei solcher Abzapfung besondere Vorsicht anzuwenden, weil die Wasser mit Schwefelwasserstoffgas imprägnirt waren[6]). In das Bohrloch wurde ein eisernes Rohr aa (Fig. 717 und 718) mit einer

Fig. 718.



umliegenden Cementverdichtung eingesetzt; das Rohr wurde durch die gegen den Kranz gesteiften und in den Ortsstössen verbühnten Spreizen bb festgestellt. In dem Rohre bewegte sich der 52 $^1/_3$ Millimeter breite Bohrmeissel ee, dessen konischer Ansatz d nach Anbohrung der Wasser beim Zurückgehen die konische Ausbohrung in dem Rohrdeckel c ausfüllte und dadurch den Abfluss des Wassers absperrte, welcher durch das seitlich angebrachte Rohr g bewirkt wurde; dasselbe war mit Hähnen, wie f, versehen, welche beliebig geöffnet und geschlossen werden konnten. Das ausfliessende Wasser trat von Unten her in den durch einen Damm gebildeten

[5]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

[6]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetriebe in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 65.

und mit Kalkmilch Behufs der Ausscheidung des Schwefelwasserstoffgases gefüllten Behälter ein und konnte nur nach erfolgter Klärung über die Krone des Dammes abfliessen.

Trotz des Vorbohrens können noch Unfälle durch plötzlichen Wasserdurchbruch herbeigeführt werden, wie ein derartiger Fall auf der Königsgrube bei Saarbrücken[7]) beweist, wo das vorgebohrte Loch nur einen ganz geringen, schliesslich gar keinen Wasserabfluss zeigte und dennoch bei näherer Untersuchung plötzlich ein Gefahr bringender Wasserdurchbruch erfolgte, indem wahrscheinlich das Bohrloch mit Bergen im alten Mann versetzt war, welche den Abfluss des Wassers hinderten und welche bei der Untersuchung des Bohrloches zufällig beseitigt wurden, so dass das Wasser nunmehr ungehinderten Abfluss fand.

Von wie grosser Wichtigkeit die Ableitung und Abhaltung der Tagewasser von dem Grubenterrain, so wie der Schutz des einen Bergwerks vor den Wassern des anderen werden kann, beweist das Kohlengebiet von Süd-Staffordshire und Ost-Worcestershire, für welches man unterm 21. Juli 1873 ein besonderes Gesetz zu erlassen für nöthig hielt, um dem Bergbau überhaupt Fortgang zu verschaffen, damit er nicht durch Wasserüberfluthung gänzlich zum Erliegen gebracht werde[8]).

B. Wasserhebung.

Alle Mittel, welche zur Zurückhaltung und Ableitung der Wasser getroffen werden, sind in den meisten Fällen nicht im Stande, die Grubenbaue gänzlich von Wassern frei zu halten, es muss dann also dazu übergegangen werden, die Wasser aus den tieferen Bauen zu den abführenden Stolln oder, wo solche nicht vorhanden sind oder nicht alle Wasser zu fassen vermögen, bis zu Tage zu heben.

Die Wasserhebung muss auf die mechanisch vollkommenste Weise und dabei mit grösster Oekonomie erfolgen, damit einerseits eine wirkliche Beseitigung der Wasser aus den Bauen stattfindet und andrerseits dieser Theil der Veranstaltungen beim Bergbau die Kosten der Gewinnung nicht unverhältnissmässig erhöht. Die Wasserhebung muss so wenig als möglich unterbrochen werden, damit die continuirlich zusitzenden Wasser ebenso gleichmässig fortgeschafft werden. Um gegen plötzliche Wasserzuführungen gesichert zu sein, muss man Vorkehrungen anbringen, durch welche die Wasserhebung auf dem einfachsten und leichtesten Wege verstärkt werden kann.

Die Höhe des Hebens, wozu sich die verschiedenen zu Gebote stehenden Mittel eignen, ist der wichtigste Gesichtspunkt für den Bergmann.

---

7) Glückauf. Essen 1873. No. 11.

8) Nasse in Zeitschr. f. Bergrecht von Dr. Brassert. Bonn 1875. S. 49.

I. Einfache Mittel zur Wasserhebung.

a. Für geringere Höhen.

Ist das Wasser nur auf sehr geringe Höhen zu heben, so schöpft man es mit Schalen, Kannen, Eimern, wie es in den Bauen der alten Egypter und Römer geschah, wo ein Arbeiter dem andern die Gefässe zureichte. Jetzt kommt dieses Wasserschöpfen wohl gelegentlich noch beim Abteufen vor. Die Gefässe sind verschieden nach der Tiefe der Wasseransammlung; blecherne Gefässe sind besser, als hölzerne, weil sie leichter und schneller zu handhaben sind. Im Mittel kann das Schöpfen auf eine Höhe von ca. 1 Meter bewirkt werden, wobei die Leistung eines Menschen nach Weissbach[9]) etwa 155 Kilogrammmeter in der Minute, bei sechsstündiger Arbeitszeit 55800 Kilogrammmeter erreicht, was den fünften Theil der Leistung eines Arbeiters an einer Maschine ausmacht.

Das Schöpfen erfolgt auch durch die Wurfschaufel, eine flache, löffelartig geformte Schaufel mit kurzem Griff, mit welcher man wohl über Tage das Wasser über einen Damm wirft; diese Schöpfart ist unvollkommen und nur in gewissen Gränzen brauchbar. Vollkommener ist die Schwungschaufel[10]), eine aus Holz oder Eisenblech gefertigte, kastenförmige Schaufel, welche an einem langen Stiel befestigt und mit einem Seil an einem Bock aufgehängt ist; der Arbeiter drückt, nachdem das Gefäss mit Wasser gefüllt ist, hinten am Stiel nieder und giebt einen Schwung nach vorn. Bei einer Schöpfhöhe von 0,628 bis 1 Meter ist die Leistung eines Arbeiters mit der Wurfschaufel kaum höher, als beim Schöpfen mit dem Eimer, wogegen mit der Schwungschaufel die Leistung bis 255 Kilogrammmeter in der Minute oder 92000 Kilogrammmeter in sechsstündiger Arbeitszeit ausmacht.

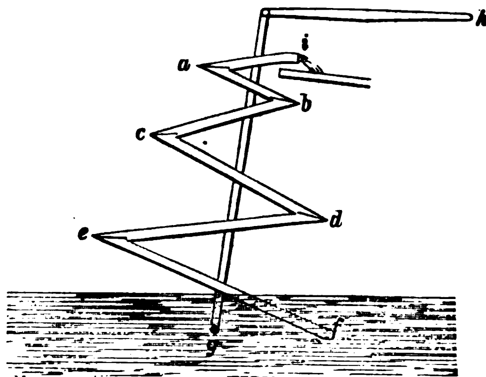
Die Wasserwippe kommt nur noch selten vor, obwohl man sie in England mit Dampfmaschinenbewegung für grosse Ausschöpfungsarbeiten anwenden wollte. Es ist dies ein Gerinne, welches um eine horizontale Achse drehbar und an den Enden mit Handhaben versehen ist, an welchen die Arbeiter angreifen; indem das eine Ende niedergedrückt ist, schöpft das Gerinne das Wasser, geht dieser Theil des Gerinnes in die Höhe, so sinkt das entgegengesetzte und giesst das geschöpfte Wasser aus. Nach Wiebeking kann 1 Mann in der Minute 0,216 Kubikmeter 1,00 Meter hoch heben, leistet also 235 Kilogrammmeter und in der achtstündigen Schicht mit 6 Stunden Arbeit 85000 Kilogrammmeter, nach Perronet hebt ein Arbeiter nur 0,062 Kubikmeter 0,942 Meter hoch, kann also nur 58 Kilogrammmeter leisten, aber 10 Stunden arbeiten und leistet dann 34800 Kilogrammmeter.

---

[9]) Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinen-Mechanik. Thl. III. S. 786.
[10]) Ebenda. S. 787.

Die Zickzackmaschine von Belidor ist eine verbesserte Wasserwippe, aber vollkommener als diese. Eine Anzahl Gerinne ist unter spitzem Winkel an einer Schwinge befestigt, welche sich um g (Fig. 719) dreht und durch den Hebel h hin und her bewegt werden kann; wird die Schwinge nach links gedrückt, so schöpft das letzte Gerinne bei f Wasser, welches nach e fliesst, bei der Bewegung nach rechts tritt das Wasser

Fig. 719.



nach d, beim fortgesetzten Schwingen von d nach c und weiter, bis es bei i zum Ausfluss gelangt. Damit das Wasser bei den entgegengesetzten Schwingungen nicht wieder zurückläuft, sind bei abcde Klappen angebracht. Ein Mangel dieser Einrichtung ist das stossweise Heben des Wassers, so wie dass immer höher als der eigentliche Ausflusspunkt gehoben werden muss.

Das Wurfrad ist bei Entwässerungen über Tage, namentlich in Holland sehr gewöhnlich; es ist ein Strauberrad, welches dem Wasserzufluss entgegen in einem Kropf geht, welcher hier Aufleiter heisst. Die Schaufeln müssen mit der Schwelle des Aufleiters einen Winkel von 45 Grad machen. Zum Senken und Heben des Rades, am besten zugleich mit dem Kropf, ist ein Pansterzeug vorhanden, was wegen des wechselnden Wasserstandes nothwendig ist. Die Schaufeln, indem sie in den Kropf eintreten, fassen das Wasser und werfen es vor dem Wiedereintritt heraus in einen Ableitungskanal; die Bewegung darf nicht zu langsam sein, damit das Wasser wirklich vollkommen herausgeschleudert wird. Die Schöpfhöhe darf nicht mehr als ein Viertel der Radhöhe betragen, in Holland nimmt man überhaupt die Schöpfhöhe nicht mehr, als 1 Meter, wo alsdann die Räder 5,649 bis 6,277 Meter hoch, 0,471 bis 0,523 Meter breit sind und 28 Schaufeln haben.

b. Für mittlere Höhen.

Das Schöpfrad (tympanum der Alten)[11]) trägt am Kranze Schöpfvorrichtungen, welche beim Drehen des Rades in das Wasser eintreten und sich füllen, um demnächst bei dem entgegengesetzten Stande des Rades in ein Abflussgerinne auszugiessen. Diese Gefässe können sich bis zur Achse des Rades verlängern, wodurch das Schneckenrad[12]) entsteht, welches auch wohl als Gebläse benutzt wird. Die Kammern zum Wasserschöpfen werden durch Spiralwindungen auf einer hohlen Welle, welche in Abtheilungen getheilt ist, gebildet; die Kanäle müssen von Aussen nach Innen an Querschnitt zunehmen, um das Ausgiessen zu erleichtern. Derartige Schöpfräder, wie sie von den Römern in den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt in alten Kupfererzbergwerken in Spanien und Portugal zur Wasserhebung verwendet wurden, werden von Pošepný nach Modellen, welche in Philadelphia 1876 ausgestellt waren, beschrieben[13]).

Häufiger sind die Schöpfgefässe nahe am Scheitel des Rades und dann entweder fest oder beweglich. Die festen Gefässe sind an einem Kranze befestigt und giessen am Scheitel des Rades nach der Seite aus, wobei aber viel vor dem eigentlichen Ausgusspunkt vergossen wird. Das Schöpfrad von Rosenbaum hat einen aus 2 Reifen bestehenden Kranz, welcher durch 2 Boden geschlossen ist und durch schräge Schaufeln in Zellen getheilt ist; die Reifen haben viele Oeffnungen, durch welche das Wasser beim Schöpfen in die Zellen eintritt, am Scheitel wieder ausgiesst. Das Rad bietet wenig Bewegungshindernisse, durch die Stellung der Schaufeln wird das Auslaufen des Wassers an dem geeigneten Punkte erleichtert. — Schöpfräder mit etwas geschlossener Schaufelung (Sackschaufeln) giessen oben das Wasser nach Innen aus. — Bewegliche Gefässe sind mittelst eines Bolzens, um welchen sie sich drehen können, an einem Reifen befestigt; sie schöpfen in schräger Stellung und giessen in der Nähe des Scheitels in ein Gerinne aus, an welchem sie mit dem Henkel streifen.

Die Geschwindigkeit der Schöpfräder beträgt nicht über 0,471 Meter in der Sekunde.

Die Wasserschraube und Wasserschnecke[14]) sind uralt. Archimedes fand sie wohl schon beim egyptischen Bergbau vor.

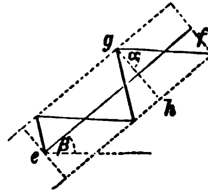
Bei der Schraube ist der Mantel fest, so dass sich die Schraube innerhalb desselben bewegt, bei der Schnecke dreht sich der Mantel mit der Schraube. Sie werden meistentheils von Holz hergestellt; die Wasserschraube stellt man wohl auf einen in Mauer ausgeführten Trog. Bei veränderlichem Wasserstande bringt man auch das Ganze in einen Rahmen, welchen man heben und senken kann.

---

[11]) Ebenda. S. 791.
[12]) Ebenda. S. 795.
[13]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 391.
[14]) Weisbach a. a. O. Thl. III. S. 811. 819.

Das Wasserheben erfolgt dadurch, dass die Mündung sich unten mehr erhebt, als der vordere Theil niedergeht, woraus folgt, dass, wenn α in Fig. 720 den Neigungswinkel der Schraube und β den der Schraubenspindel ef bezeichnet, die Schraube nur so lange wirken kann, als $\alpha + \beta$ kleiner als 90 Grad ist; je grösser β ist, desto höher kann man die Wasser heben, desto weniger aber auf einmal. Um β verändern zu können, darf daher α nicht zu gross gemacht werden, nicht über 30 bis 35 Grad, wogegen β 35 bis 40 Grad, wiewohl man auch 60 Grad findet; die Wasserschnecke kann steiler gestellt werden, als die Wasserschraube. Die Römer sollen α bis 45 Grad gemacht haben, die Holländer geben 36 Grad, Eytelwein schlägt nur 12 Grad vor. Der Manteldurchmesser gh wird gleich $1/_{12}$ der Spindellänge genommen, welche man nicht gern über 7,5 bis höchstens 11,25 Meter wählt; den Spindeldurchmesser macht man $1/_3$ so stark, wie den des Mantels, welcher bis 1 Meter beträgt, in Frankreich bei Kanälen 1,6 Meter; der Schraube giebt man einen Spielraum von 3 bis 4 Millimeter gegen den Mantel. Die Apparate sind so tief in das Wasser einzutauchen, dass es gerade auf der Mitte des Durchmessers steht. Die Schraube ist gegen Veränderungen der Eintauchungstiefe viel weniger empfindlich, als die Schnecke, lässt sich leicht reinigen, verliert aber etwas Wasser. Die angemessenste Umdrehungsgeschwindigkeit hängt ab vom Querschnitt und ist durch Probiren zu ermitteln; bei der Schraube von 1,6 Meter Durchmesser war der Wirkungsgrad 70 bis 75 Procent, in Frankreich will man 95 Procent erreicht haben.

Fig. 720.



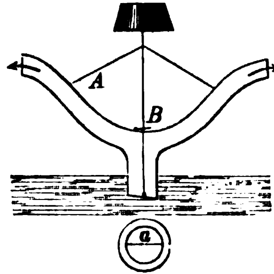
Neuerdings hat Letellier die Spiralpumpe mit der Schnecke verbunden, indem er derselben keinen Ausfluss nach Oben giebt, sondern denselben nach der Mitte fortführt und hier ein Steigrohr aufsetzt, in welchem durch die schnelle Bewegung, beziehungsweise den Stoss eine Hebung des Wassers erfolgen soll, welche indess nicht bedeutend sein kann. Die Windungen der Schraube sollen nach Oben enger werden, damit die Luft mehr zusammengepresst wird und stossweise wirkt. Letellier will 83 Procent Wirkungsgrad erlangt haben.

Die Centrifugal- oder Schwungpumpe (Saugschwungpumpe von Langsdorf)[15]. Eine gekrümmte Röhre A, Fig. 721, ist an einer Spindel B so befestigt, dass die untere, die saugende Oeffnung unmittelbar in der Achse, die oberen, ausgiessenden Oeffnungen möglichst weit von der Spindel entfernt sind; die Röhre muss parabolisch gestaltet sein und, damit das Wasser bald zu drehender Bewegung gelangt, hat man in der unteren Mündung eine Scheidewand a anzubringen. Vor der Ingangsetzung muss man die Röhre mit Wasser füllen und dann in schnelle Umdrehungen

[15]) Ebenda. S. 834.

setzen; dabei sind die Bewegungshindernisse gering, und deshalb wird ein günstiger Wirkungsgrad erzielt, welchen aber Langsdorf zu hoch ermittelt. Der Apparat darf nur niedrig sein, weil sonst eine zu grosse Geschwindigkeit erforderlich wird. Zur besseren Wirkung und vollständigeren

Fig. 721.



Ansaugung des Wassers machte Langsdorf die Spindel hohl und verband sie unmittelbar mit dem Rohre, indem er das Wasser durch ein Ventil in die hohle Spindel eintreten liess. Der Apparat wirkt als ein umgekehrtes Reactions- oder Segner'sches Wasserrad.

Die Piteau'sche Röhre beruht auf Benutzung des Wasserstosses. Die Röhre ist an der Spindel a, Fig. 722 und 723 befestigt, um welche

Fig. 722.

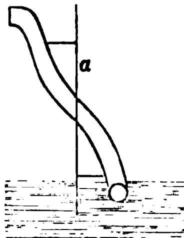
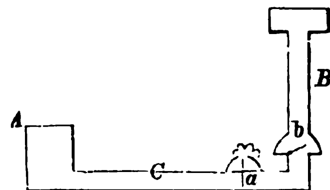


Fig. 723.



Fig. 724.



sie sich dreht; die untere Mündung liegt tangential am Kreise und wird gegen das Wasser bewegt, welches durch den Stoss emporgesaugt wird. Der Apparat ist für wirthschaftliche Zwecke zuweilen anwendbar.

Der Stossheber oder hydraulische Widder[16]) hebt das Wasser nach dem Princip der Differenz zwischen Wasserstoss und Wasserdruck; er ist geeignet zur Benutzung ganz kleiner Gefälle. Ein Wassergefäss A, Fig. 724, welches zum Ansammeln der Wasser dient, steht in Verbindung mit der Steigröhre B, in der Verbindungsröhre C liegt ein Windkessel, welcher mit einem nach Unten sich öffnenden Ventil a geschlossen ist, während das Steigrohr B durch ein nach Oben sich öffnendes Ventil b

[16]) Ebenda. S. 959.

abgesperrt wird. Wenn A gefüllt ist, so öffnet sich b, während a geschlossen ist, bis das Wasser wieder in Ruhe kommt und der Druck auf a nachlässt, so dass dieses Ventil durch sein eigenes Gewicht nach Unten fällt und das Wasser an dieser Stelle herausspritzt; bald kommt das Wasser wieder in gleichförmige Geschwindigkeit, drückt a zu und steigt durch b von Neuem in die Röhre B, bis das Spiel sich wiederum umsetzt; hierdurch wird das Wasser in der Röhre B in die Höhe gedrückt und allmälig zum Ausfluss gebracht. Als Verbesserungen hat man am unteren Ende der Steigröhre B einen Windkessel angebracht, dessen unterer Boden das Ventil b trägt und in dessen oberen die Röhre B bineinragt, wodurch eine continuirliche aufsteigende Bewegung in der Röhre B erzielt wird, während der Eintritt in den Windkessel durch das Ventil b intermittirend stattfindet. Die Ventile a und b müssen nahe bei einander stehen, dagegen darf das Verbindungsrohr C nicht zu kurz sein, Eytelwein giebt seine Länge bei einer Steighöhe H und einer Höhe des Wasserstandes im Gefässe h an zu $H + \frac{2h}{H}$. Das Steigrohr B muss halb so weit sein, wie das Leitrohr C, die Geschwindigkeit in C darf nur gering sein. Der Wirkungsgrad wird zu 54 bis 90 Procent, durchschnittlich zu 60 bis 65 Procent von Eytelwein angegeben. Der Apparat ist anwendbar für kleine Gefälle und geringe Wassermengen; er ist in Benutzung genommen auf der Halsbrücke bei Freiberg, auch am Harz, hier zur Bewässerung der Zimmerung.

Die für mittlere Hebungshöhen anwendbaren Heber werden weiter unter erörtert werden.

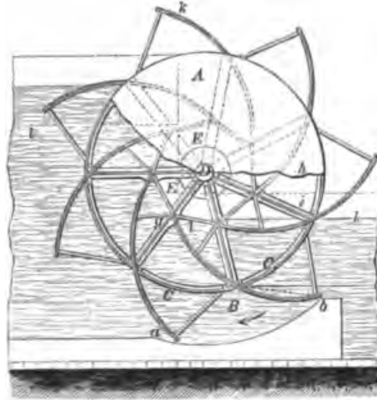
Schlauchmaschine. In einem Kropfgerinne bewegt sich ein Rad, durch dessen Kranz Walzen hindurchgesteckt sind; im Gerinne liegt ein Schlauch, auf welchen jede Walze aufdrückt. Durch die hierdurch entstehende Pressung wird das Wasser vorn aus dem Schlauch ausgepresst, welcher sich bis zu der Ankunft der folgenden Walze am anderen Ende wieder vollsaugt. Diese Vorrichtung kann nicht empfohlen werden, da die Schläuche nicht von langer Dauer sein können.

Zur Entwässerung eines eingedeichten Landstrichs (Polders) in Brabrant ist von Overmars ein Pumpenrad construirt[17]). Dasselbe besteht aus einem hohlen Cylinder C, Fig. 725 und 726, welcher durch die Rippen C_1 C_1 versteift und an beiden Enden mit den Deckeln h und i verschlossen ist. Der Cylinder ist aussen mit gekrümmten Schaufeln k versehen und dreht sich mit der Welle D, mit welcher die Rippen C_1 durch die Arme g verbunden sind; die Welle ruht auf den Lagern D_1 D_1, welche in die Seitenwände e und f, zwischen denen das Rad anfgestellt ist, eingelassen

[17]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 194. S. 297. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 43. — Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. Berlin 1872. S. 251.

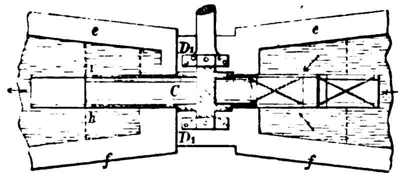
sind. Die Sohle des Kanals ab ist nach einer Kreislinie gekrümmt, an welcher das Rad so nahe vorüberstreicht, wie es möglich ist, ohne Widerstand zu finden. Das Rad selbst bildet eine Scheidewand zwischen dem zu hebenden und dem gehobenen Wasser. Der Wasserkörper B wird von den beiden Seitenwänden e und f, der Sohle ab und einem Theil des Umfangs des Cylinders C eingeschlossen und rückt allmälig von rechts

Fig. 725.



nach links. Die Länge des Kanals oder Kropfes ab hängt von der Höhe des Wasserstandes l ab; dabei ist die Zahl der Schaufeln k so zu wählen, dass bei der Drehung des Rades mindestens eine derselben den Kanal ab verschliesst. Wenn der Unterwasserspiegel sehr hoch ist und der

Fig. 726.

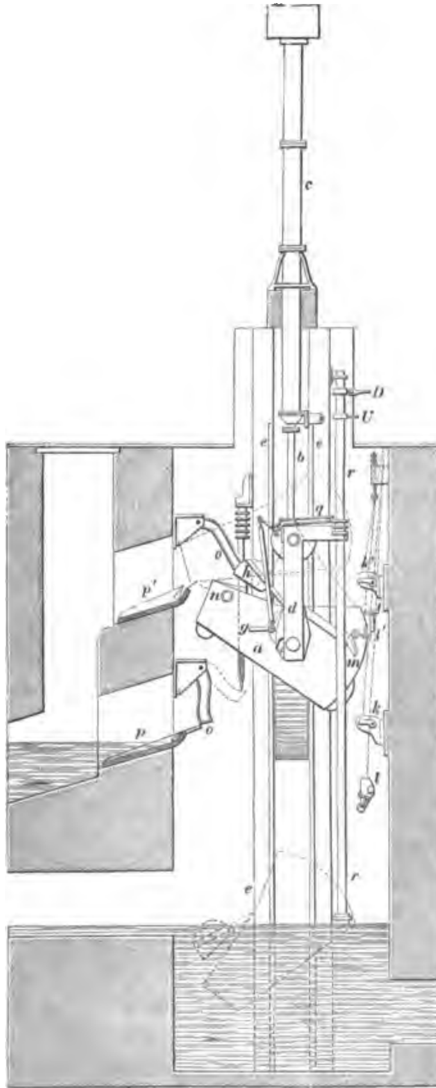


Oberwasserspiegel nicht ganz bis zur Höhe des inneren Cylinders E reicht, wird die Trommelwand C abgenommen, so dass sich der Schaufelraum bis zur inneren Trommel E erstreckt und der Fassungsraum wesentlich vergrössert wird; liegt der obere Wasserspiegel aber unter der Radachse, so wird auch die Mantelwand E überflüssig und entfernt. Im Allgemeinen wählt man die Höhe des Rades so, dass der obere Theil der Trommel stets über dem Niveau des Oberwassers liegt und der untere, der Fassungsraum B der Schaufeln, vollständig untergetaucht ist. Die Entfernung der Seitenwände e und f vergrössert sich vor und hinter dem Rade so weit, dass der Zu- und Abfluss des Wassers leicht erfolgt. Bei einer Höhe des Oberwasserspiegels über der Radachse von 0,2 Meter, einer Hubhöhe

von 1,75 Meter wurden 70 bis 80 Kubikmeter Wasser in der Minute gehoben.

Die hydraulische Eimerschöpfmaschine von Armstrong und Comp.[16]) dient dazu, verunreinigtes Wasser zu heben, ohne nöthig zu

Fig. 727.



haben, Ventile u. dgl. m. anbringen zu müssen. Ausserhalb des Schachtes, in welchem der Apparat zu wirken hat, steht eine Maschine c, Fig. 727,

[16]) Dingler polyt. Journal. Bd. 199. S. 84.

an deren Kolbenstange b ein Eimer a befestigt ist. Derselbe ist aus Schmiedeeisen gefertigt, fasst $14^1/_2$ Tonnen Wasser und ist um eine in dem Rahmen d liegende Achse drehbar gelagert; der Rahmen bewegt sich innerhalb der Führungsbalken e e. Der leere Eimer ist nahezu im Gleichgewicht aufgehängt; ist derselbe mit Wasser gefüllt, so hat er nach der rechten Seite Uebergewicht. An der Drehachse des Eimers ist zu beiden Seiten je eine Platte f mit zwei Einschnitten angebracht, in welche Klinken g einfallen, um den Eimer beim Schöpfen und Aufsteigen in einer bestimmten Stellung zu erhalten. Das Auslösen der Klinken g erfolgt beim Eintauchen des Eimers in das Wasser durch den Schwimmer h, welcher beim Beginn des Aufsteigens durch sein Gewicht die Einrückung wieder veranlasst. Ebenso wird der Eimer durch Anstossdaumen an der Schachtwand Behufs Ausgiessens des gehobenen Wassers freigemacht. Damit die Füllung des Eimers mit Wasser schnell erfolgt, wird derselbe mit hölzernen Schwimmern in der Art versehen, dass er nach erfolgter Auslösung rasch umkippt. Mit Federn versehene Hemmketten sind an beiden Seiten des Eimers angebracht, um das gehörige Einfallen der Klinken g zu sichern; ausserdem ist zu gleichem Zwecke am Eimer eine Nase i vorhanden, welche gegen die Anschläge k oder k_1 trifft und hierdurch die erforderliche Drehung des Eimers in jedem Falle erzielt. Durch Gegengewichte, welche am Gleitrahmen e e_1 geführt werden, wird der Eimer völlig abbalancirt. Da zwei verschiedene Ausgussniveaus pp' vorhanden sind, so wurden die Ausrückvorrichtungen ebenfalls doppelt angeordnet und können dieselben durch Schnüre in und ausser Thätigkeit gesetzt werden. Zum Entleeren des Eimers werden die Klinken g durch den Anschlag l oder l_1 auf den Ausrückhebel m zurückgezogen, worauf zwei am vorderen Eimerende angebrachte Rollen n gegen den schief stehenden Arm o oder o_1 anstossen und den Eimer gegen den Ausfluss p oder p_1 neigen. Die übrigen in der Figur bezeichneten Apparate dienen zur Steuerung der Maschine, welche vom Eimer in seiner auf- und abwärtsgehenden Bewegung bewirkt wird. Alle wirksamen Theile liegen ausserhalb des Wassers und sind frei zugänglich. Der Minimalhub zum oberen Abfluss beträgt 2,197 Meter, das Maximum 7,219 Meter und etwa 1,569 Meter mehr für das Steigen des Eimers. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Eimers ist 0,942 Meter in der Sekunde; die Füllung beansprucht etwa 5, das Ausleeren 15 Sekunden. Der Wirkungsgrad der Maschine beträgt bei dem Minimalhub 0,4, bei dem Maximalhub 0,6, wobei alle Belästigungen durch das bei unreinem Wasser sonst vorkommende Verstopfen der Kanäle, Sitzenbleiben der Ventile u. dgl. m. vermieden sind.

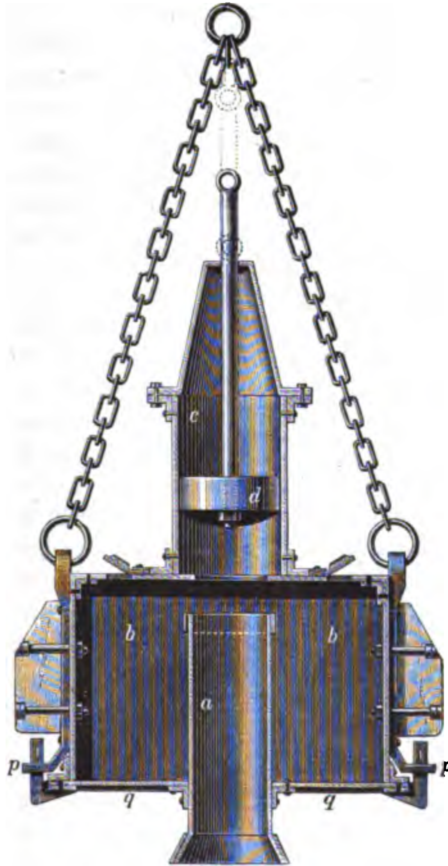
Hierher gehört auch die sogenannte Sandpumpe[19]), welche zuerst im Jahre 1867 zur Senkung von ca. 22 Meter tiefer Brunnen Behufs Fun-

---

[19]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 25. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 18. S. 209.

dirung von Brückenpfeilern bei der Eisenbahn von Calcutta nach Delhi, in neuerer Zeit in Berlin zur Niederbringung eines Brunnens bei den Wasserhebewerken benutzt wurde und dazu dient, sandige Wasser ohne grosse Schwierigkeiten, welche sonst das häufige Lidern gewöhnlicher Pumpen mit sich bringt, zu heben. Die Pumpe besteht nach Figur 728 wesentlich aus drei Theilen, nämlich dem Saugrohre a mit dem Boden q,

Fig. 728.



dem Sandkasten b b und dem Kolbenrohr c mit dem Kolben d. Soll die Pumpe zur Anwendung gelangen, so muss der Brunnen in gewöhnlicher Weise so weit abgesenkt sein, dass ca. $1^1/_2$ Meter Wasser darin stehen; demnächst wird die Pumpe auf den Sandboden des Brunnens eingelassen, wobei die Kette, welche den ganzen Apparat trägt, schlaff hängt; dieselbe wird an ein Bein des über dem Brunnen stehenden Dreifusses befestigt. Der Kolben hängt in einer besonderen Kette und wird wie ein Rammbär

durch Menschen aufwärts bewegt, wobei das Ansaugen der sandigen Wasser stattfindet; der Kolben, welcher aus Gusseisen gefertigt ist, sinkt vermöge seiner Schwere zurück und lässt dabei durch die auf seine Oberfläche liegenden 12 Lederklappenventile die Wasser hindurchsteigen, während sich der Sand auf den Boden des Kastens ablagert. Es genügen 100 bis 150 Hübe, um den Kasten mit Sand zu füllen. Sobald dies geschehen ist, was man am Gange der Pumpe wahrnimmt, wird die Arbeit eingestellt, der Apparat mittelst einer Dampfwinde in die Höhe gezogen und auf einen Gestellwagen gestellt; demnächst werden die Haken p gelöst, wodurch der Boden frei wird, so dass der Kasten und das Kolbenrohr abgehoben werden können und der Boden mit dem Sandkörper auf dem Gestellwagen zurückbleibt. Derselbe wird beseitigt und ein zweiter Boden mit Saugrohr unter den Kasten geschoben und an demselben mittelst der Haken und Keile bei p befestigt, so dass das Einlassen und Arbeiten von Neuem beginnen kann. Im Sandboden von gewöhnlicher Beschaffenheit füllen die Arbeiter den Kasten in einer Stunde fünf bis sechs Mal. Bei dem Brunnen in Berlin wurden bei einem Durchmesser desselben von 4,289 Meter binnen 10 Stunden 22,259 Kubikmeter Sand gefördert, und binnen 17 Arbeitstagen wurde der Brunnen um 14,123 Meter gesenkt oder in einem Tage durchschnittlich 0,837 Meter, wobei die Tiefe nicht wesentlich von Einfluss sein kann, wogegen der Untergrund, in welchen gesenkt wird, den Erfolg bestimmt; es soll sogar möglich sein, aus kiesigem Untergrunde Steine vom Durchmesser des Saugrohrs in den Kasten zu schaffen. Die Dimensionen des Apparats waren in Berlin: für das Saugrohr 0,235 Meter Durchmesser, 0,772 Meter Länge, für den Kasten 0,942 Meter Durchmesser, 0,628 Meter Höhe, für das Kolbenrohr 0,314 Meter Durchmesser, 0,549 Meter Höhe mit 0,445 Meter Hub, die Höhe des Kolben betrug 0,105 Meter.

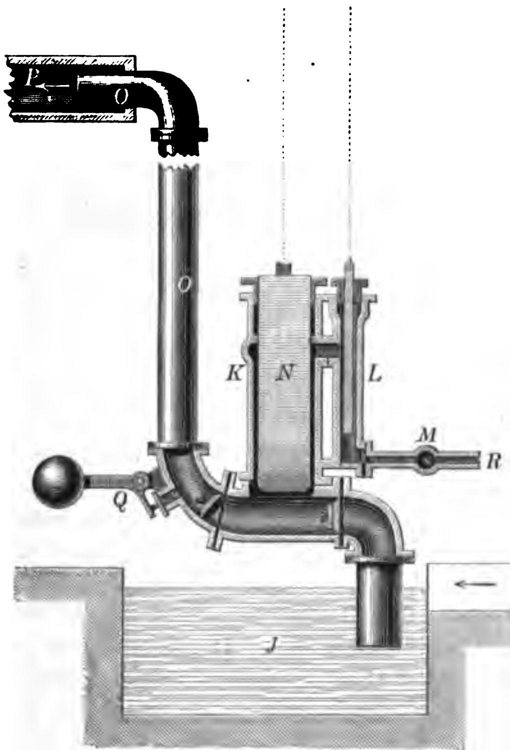
Eine andere sog. australische Sandpumpe wurde von Raffard zur Beseitigung des beim Waschen von Golderzen abfallenden Sandes benutzt[20]). In Fig. 729 ist J der Behälter, in welchen die sandigen Wasser eintreten. K ist die Sandpumpe mit dem Mönchkolben N, welcher eine Geschwindigkeit von 0,30 Meter in der Sekunde hat; das Gewicht des Kolbens muss dem halben Gewichte der in das Steigrohr O gedrückten Sandwassersäule gleich sein. Der Kolben, sowie alle Theile der Pumpe müssen zum Widerstand gegen das Eingreifen des Sandes aus so hartem Guss bestehen, dass sie eben noch auf der Drehbank bearbeitet werden können. Durch die kleine Hilfspumpe L wird das durch das Rohr R zufliessende klare Wasser in die Pumpe K gedrückt, um deren Kolben abzuspülen und Verstopfungen zu vermeiden. Diese kleine Pumpe kann auch durch hydrostatischen Druck mittelst einer Röhrenleitung ersetzt werden, wo dann der Zufluss des reinen Wassers unter den Kolben durch den Hahn M regulirt wird. Der

---

[20]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 283. — Dingler polyt. Journal. Bd. 207. S. 110.

Durchmesser des in den Kanal P einmündenden Steigrohrs O schwankt zwischen $^1/_2$ und $^1/_5$ desjenigen des Kolbens N. Bei Q befindet sich ein Ventil, welches sich mit Hilfe eines belasteten Hebels schliesst und dazu dient, nach Einstellung der Arbeit das Steigrohr O zu entleeren.

Fig. 729.

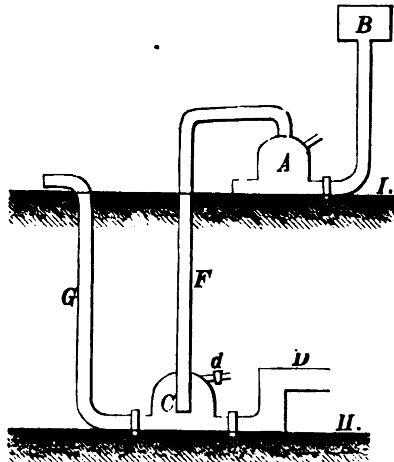


c. Für grössere Höhen.

Seilmaschine. Zwei über einander liegende Rollen, von denen die untere in dem zu hebenden Wasser liegt, werden durch ein Seil oder Band aus Wolle oder Rosshaar, welches geeignet ist, viel Wasser anzusaugen, verbunden und in Bewegung gesetzt; durch Adhäsion nimmt das Band das Wasser auf und giebt es an der oberen Scheibe, wo auf das Band gedrückt wird, wieder ab. Die Leistung ist um so grösser, je mehr Oberfläche das Band darbietet und je rauher dieselbe ist, auch je schneller die Scheiben laufen. Bei 4,7 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde erlangte man 40 Procent Wirkung und hob das Wasser 55 Meter hoch; nach Hall wurden aus einer Tiefe von 42,671 Meter bei einer Geschwindigkeit von 300 Meter in der Minute 75 Procent Wirkung erzielt.

Die Luft wirksam zu machen, ist auf verschiedene Weise versucht, zuerst von Höll in der Luftmaschine[21]), bei welcher das Wasser durch Compression gehoben wird. A in Fig. 730 ist ein Kessel auf einer oberen Sohle I, auf welcher das Wasser ablaufen kann, B ein Behälter für das Aufschlagewasser, C ein Kessel auf der unteren Sohle II, von welcher das

Fig. 730.



Wasser gehoben werden soll, D ein Gerinne, durch welches das Wasser zugeführt wird; jeder Kessel hat 3 Ventile oder Hähne. C wird zunächst mit Wasser gefüllt, wobei man die Hähne d und e geöffnet hat; demnächst lässt man Wasser aus dem Behälter B nach A treten, wodurch die Luft in F zusammengedrückt wird; dieser Druck setzt sich auf C fort und zwingt das Wasser durch G aufzusteigen und auszugiessen. Hierdurch füllt sich allmälig der Kessel C mit Luft, welche nun durch den Hahn d ausgedrückt wird, bis wieder von Neuem Wasser durch e in den Kessel C tritt. Die der Wirkung schädliche Reibung fällt hier ganz fort, aber das Oeffnen und Schliessen der Hähne verlangt eine Steuerung, welche Kraft absorbirt; die Wirkung ist auch abhängig von der Sohlenentfernung d. h. von der Höhe der Ausgussröhre G.

Darwin hat dieselbe Maschine für jede Hebungshöhe eingerichtet, indem er mehrere Luftmaschinen combinirt, welche einander zuheben, so dass grosse Höhen in mehrere kleine getheilt werden.

Der Wirkungsgrad war höchtens $\frac{8}{11}$, bei grösserer Wasserhebungshöhe nur $\frac{4}{9}$.

Die pneumatische Maschine von Hagen wirkt durch Luftverdünnung. Die Gefässe I, II, III, IV, Fig. 731, communiciren mit einander,

---

[21]) Weisbach a. a. O. S. 977.

sowie alle mit dem Behälter A. Während die Hähne E'' und E' geschlossen und E geöffnet sind, wird die Luft in A durch eine Maschine angesaugt und dadurch die Luft in IV verdünnt, so dass, sobald E geschlossen wird, das Wasser aus dem Sumpf bei D in IV tritt; demnächst wird die Luft in III verdünnt, so dass beim Oeffnen des Hahns E der äussere Luftdruck das Wasser nach III drückt. Von hier gelangt es in gleicher Weise nach II und endlich nach I zum Ausguss. Die Höhen werden durch Schwimmer und Fallbock regulirt.

Auf der Ausstellung zu Paris i. J. 1867 war in der russischen Abtheilung eine auf ähnlichem Princip beruhende Pumpe von Zaroubine aus-

Fig. 731.

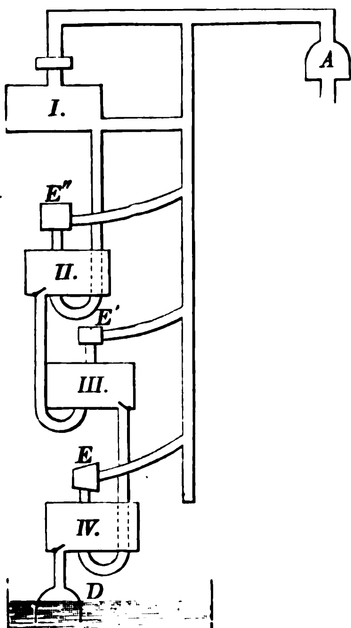
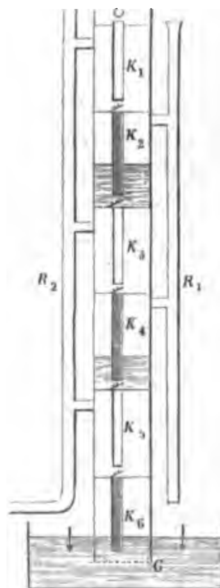


Fig. 732.



gestellt, welche ohne Kolben arbeitet[22]). Dieselbe besteht aus einer Röhre, welche durch horizontale Scheidewände in luftdicht abgeschlossene Abtheilungen $K_1 K_2 K_3$ u. s. w. getheilt ist; Fig. 732. Die einzelnen Kammern stehen durch kleine offene Röhren in Verbindung, welche unten nicht bis zur Scheidewand der folgenden Kammer reichen, oben mit einem Ventile versehen sind. Neben der Hauptröhre sind rechts und links zwei Blechröhren angebracht, von denen R_1 mit den Kammern gerader Zahl $K_2 K_4$ durch Querstücke verbunden ist, während R_2 in gleicher Weise mit den

[22]) Berggeist. Köln 1867. S. 372. — Dingler polytechn. Journal. Bd. 186. S. 362.

Kammern $K_1 K_3 K_5$ in Verbindung steht. Auf die Röhre R_2 wirkt eine Luftpumpe. Wird diese in Bewegung gesetzt, so wird zuerst die Luft in K_5 evacuirt und in Folge dessen tritt durch den Druck der Atmosphäre das Wasser aus G durch die Röhre in K_6 in die Kammer K_5; demnächst wird die Luft in K_5 comprimirt, dadurch das Röhrenventil in K_6 geschlossen und in K_5 geöffnet, so dass das Wasser in die Kammer K_4 tritt. Dann wird die Luft aus K_5 ausgepumpt, das Wasser tritt in diese Kammer und beim Comprimiren der Luft in die Kammer K_2 u. s. f. bis dasselbe zum Ausfluss gelangt.

Die Maschine von Adcock beruht auf dem Princip, das Wasser fein zertheilt mit der Luft mechanisch fortzureissen. Ein communicirendes, an einem Ende geschlossenes Rohr trägt hier ein Wetterrad, am anderen Ende einen Schirm, während es mit dem Knie, welches mit Oeffnungen versehen ist, in dem zu hebenden Wasser steht. Wenn das Wetterrad in Bewegung gesetzt wird, so wird die Luft in dem communicirenden Rohr nach Unten getrieben, reisst durch die Oeffnungen Wasser an sich und beim Aufsteigen durch den anderen Rohrschenkel mit sich fort, wo dasselbe beim Anprallen an den Schirm wieder frei wird. Der Wirkungsgrad ist nur $^1/_{13}$ bei 0,105 Meter Ueberdruck.

Die Spiralpumpe, 1746 erfunden, häufig mit der archimedischen Schnecke verwechselt, besteht aus einem schlangenförmigen Rohr, welches auf einen Cylinder aufgewickelt ist; dasselbe liegt halb im Wasserkasten, aus welchem Wasser gehoben werden soll, und taucht mit dem einen Ende abwechselnd in das Wasser ein, während es an dem anderen durch eine Stopfbüchse mit einem Aufsteigerohr in Verbindung steht. Bei der Umdrehung tritt in die Mündung des Rohrs bald Luft, bald Wasser ein, das Wasser treibt die Luft in die folgende Windung des Rohrs und wird demnächst durch neu eintretende Luft weiter getrieben, bis Luft und Wasser im Steigrohr in die Höhe steigen. Die Hubhöhe kann man durch die Zahl der Windungen vermehren, auch wirken kegelförmig gebogene Rohre besser, als cylinderische, da der Laufbogen kleiner ist und der durch die Luft bewirkte Widerstand geringer ist. Eintretende Verstopfungen im Rohr sind sehr schwer zu heben, weil man in die Windungen nicht eindringen kann; man muss zu diesem Zweck einen biegsamen Stab anwenden.

Die Kapselpumpe von Pappenheim[23]) besteht in einem Gehäuse ähnlich der Anordnung bei dem Fabry'schen Ventilator, in welchem sich zwei Stirnräder von gleicher Form und Grösse befinden, deren Achsen mit dichtem Verschluss durch die Gehäusewand nach Aussen treten und hier mit zwei gleichen Stirnrädern versehen sind. Die Bewegung wird der Welle des einen äusseren Rades mitgetheilt und von diesem auf das andere

---

[23]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 120. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 196.

und die beiden inneren Räder übertragen. Die Zähne der inneren Räder berühren die halbcylinderischen Wände des Gehäuses und greifen ohne Spielraum in einander. Das Gehäuse ist mit einem Zuleitungs- und einem Ableitungskanal versehen; bei der Drehung der Räder fassen sie aus dem Zuleitungskanal so viel Wasser, als die Zahnlücken aufnehmen können, bewegen es dem Ableitungskanal zu und lassen es dort beim Oeffnen der Zähne fahren, ohne dass während der Drehung ein Verlust stattgefunden hätte. Der Gang dieser Pumpe wird also durch Ventilstörungen nicht behindert. Zum Heben von Wasser auf nicht zu grosse Höhen ist sie ganz gut geeignet.

Zur Hebung von Wassern auf mässige Höhen können auch die Centrifugal- oder Kreiselpumpen verwendet werden, welche zuerst in einer Construction von Gwynne auf der Industrieausstellung zu London im Jahre 1851 erschienen und seitdem vielfach verbessert sind[34]). Grove[35]) giebt eine detaillirte Beschreibung und Berechnung für die Form und Stellung der Schaufeln und des Gehäuses auf der Grundlage, dass 0,1 Kubikmeter Wasser in der Sekunde auf die Höhe von 6 Meter gehoben wird. Eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Constructionen von Centrifugalpumpen, namentlich der von Appold, Gwynne, Coignard, Neut und Dumont u. a. m., befindet sich in der unten angegebenen Quelle, wo auch der bereits in den Jahren 1732 und 1777 erfolgten Nutzbarmachung der Centrifugalkraft, welche auf die S. 517 erwähnten Constructionen hinführt, Erwähnung geschieht[36]). Fink hat sich der Aufgabe unterzogen, die Theorie der Centrifugalpumpen zu erörtern und die Elemente der Construction durch Formeln festzustellen[37]).

Eine derartige Pumpe wurde beispielsweise mit Vortheil zur Entwässerung des Tagebaues der Braunkohlengrube Luther's Linde angewendet. Die Flügelscheibe der Pumpe macht bei einem Durchmesser von 260 Millimeter etwa 1300 Umdrehungen in der Minute und hebt mit 105 Millimeter weiten Röhren ein Wasserquantum von 2 Kubikmeter in der Minute bis zu einer Höhe von 15 Meter, wobei auf die Saughöhe 6,5 Meter und auf die Druckhöhe 8,5 Meter kommen[38]). — Auf der Ausstellung zu Philadelphia im Jahre 1876 war eine Reihe von Rotationspumpen ausgestellt, so namentlich von Greindt, Gwynne u. a. m.[39])

---

[34]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 281. 327. 347. 378.

[35]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 1281. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure a. a. O. S. 196. 443. — Der Civilingenieur. N. Folge. Bd. 17. Litteraturblatt S. 103.

[36]) Der Civilingenieur. Leipzig. Neue Folge. Bd. 17. S. 359.

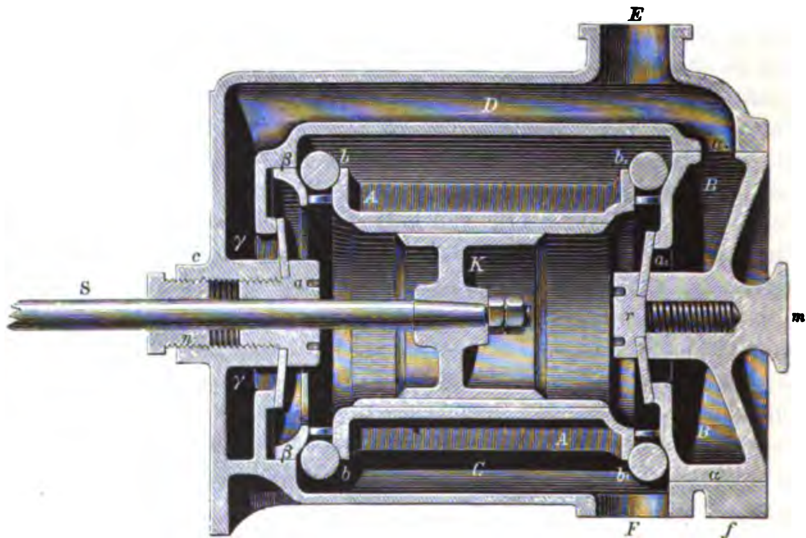
[37]) Finck in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses. Berlin 1877. S. 350.

[38]) Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 348. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 63.

[39]) The Engineering and Mining Journal. Vol. 23. p. 103. 204.

Die Rotationspumpe von Cooke[30]) beruht auf dem gleichen Princip, wie der oben S. 411 erwähnte Grubenventilator von Cooke. In einem cylinderischen Gehäuse bewegt sich eine kreiscylinderische Welle, welche excentrisch verlagert ist, also an der einen Seite des Gehäuses dauernd anschliesst und zu diesem Zweck mit einer Liderung versehen ist, indem in eine Nut des Cylinders ein Messingstreifen eingelegt ist; ausserdem geht der Cylinder durch die Gehäusewandungen in Stopfbüchsen. Statt der Feder beim Ventilator dient hier bei der Pumpe ein oscillirender Cylinder, welcher eigenthümlich geformt ist, indem er auf der dem Arbeitscylinder abgekehrten Seite cylinderisch abgedreht, auf der zugekehrten Seite mit einem zahnförmigen Ansatz versehen ist, mit welchem er fortdauernd die Wandung des Arbeitscylinders streift und so den Abschluss herbeiführt;

Fig. 733.



der cylinderische Theil dieses Kolbens ist gegen das Gehäuse durch eine Hanfpackung in dessen Wandung abgelidert. Auch die Achse dieses Kolbens geht durch eine Stopfbüchse nach Aussen. Um einen gleichmässigen Wasserstrom zu erreichen, kuppelt Cooke zwei Pumpen so aneinander, dass sich die Arbeitskolben gegenseitig um 180 Grad voreilen.

Die Universalpumpe von Schultz[31]) besteht, Fig. 733, aus dem mit dem Kanal D versehenen Cylinder C. Durch den Kanal wird das bei E zuströmende Wasser den beiden Cylinderenden zugeführt. Der Cylinder ist nach hinten zur Aufnahme des eigentlichen Pumpencylinders offen, nach

[30]) Dingler polyt. Journal. Bd. 197. S. 4.
[31]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 166.

vorn aber geschlossen und nimmt hier die Stopfbüchse n zur Abdichtung der Kolbenstange S auf. Der Pumpenstiefel A ist mit dem Saugraume B aus einem Stück gegossen und passt mit den Dichtungsflächen $\alpha\alpha_1$ und $\beta\beta_1$ genau auf die gleichgestalteten Flächen des Cylinders C; um AB fest in das Innere von C zu pressen, dient die auf den Ansatz m drückende Schraube r, welche in einem Bügel ihre Mutter findet. Der Saugkanal D steht durch eine Reihe von Oeffnungen γ mit dem vorderen Ende des Pumpenstiefels in Verbindung, während der Saugraum B einerseits durch die Oeffnung α_1 mit D, andrerseits durch eine Reihe von Oeffnungen a_1 mit dem hinteren Ende des Pumpenstiefels in Verbindung gebracht ist. Ueber die Saugöffnungen γ und a_1 legen sich die aus kreisrunden, ziemlich starken Gummiplatten bestehenden Saugventile, welche durch die Bronzeschrauben a und r fest auf ihren Sitzen gehalten werden. Durch die Schraube a muss die Kolbenstange S hindurchgeführt werden. Der Pumpencylinder A hat an seinem an den Enden erweiterten Umfange eine Reihe von Oeffnungen, auf welche sich die aus Kautschuck hergestellten Druckringe bb und b_1b_1 in Nuten auflegen. Der gusseiserne Pumpenstiefel ist im Innern mit einem Bronzefutter versehen, so wie auch der Kolben K aus Bronze hergestellt ist. Die Bewegung erfolgt durch ein mittelst Hand zu drehendes Schwungrad, welches indess auch als Riemenscheibe benutzt und mittelst Maschinenkraft bewegt werden kann. Das bei F abzweigende Druckrohr steht mit einem Windkessel in Verbindung. Das Gehäuse der Pumpe ist mit drehbarem Lagerkopf versehen, so dass der Pumpe verschiedene Stellungen gegeben werden können. Eine Pumpe von 90 Millimeter Durchmesser und 65 Millimeter Hub liefert 3000 Liter Wasser in der Minute, indem dasselbe auf eine Höhe von 7 Meter angesaugt und 16 Meter hoch gedrückt wurde. Die Erneuerung der Saugklappen und Druckringe kann sehr leicht erfolgen, indem man die Schraube n lüftet und den Bügel beseitigt, so dass man den ganzen Pumpencylinder herausnehmen kann.

II. Wasserhebungsvorrichtungen beim eigentlichen Grubenbau.

a. Dampfstrahlpumpe.

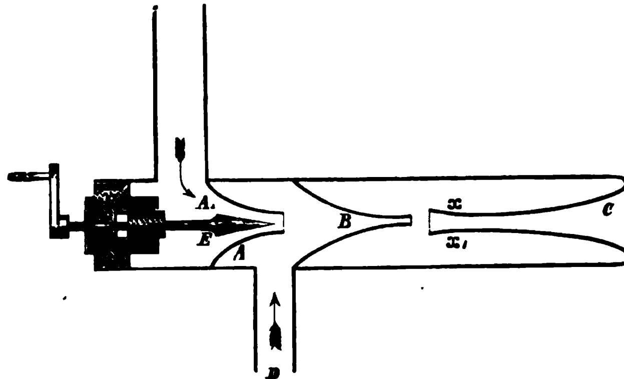
Hierher gehört die Dampfstrahlpumpe von Giffard[32]), welche jetzt in grosser Ausdehnung als Speisepumpe für Dampfkessel, namentlich bei Locomotiven und Locomobilen angewendet wird, aber auch zur Wasserhebung Benutzung gefunden hat, beim Bergbau besonders zur Beseitigung der Wasser aus Gesenkbauen und aus nicht zu tiefen Schachtabteufen[33]). Ein solcher Injector wird unterirdisch in unmittelbarer Nähe der Wasseransammlung angebracht und erhält die Dampfzuführung aus einem über

[32]) Weisbach a. a. O. S. 1190.

[33]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Borneman u. Kerl. Freiberg 1862. S. 27; von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 22. — Berggeist. 1868.

Tage stehenden Kessel; sobald die Wasseransaugung in Gang gesetzt ist, bleibt sie dies ungehindert, so lange überhaupt Wasser vorhanden ist, und der Apparat bedarf dabei keiner weiteren Beaufsichtigung und Bewartung. Gerade hierin liegt sein Vorzug zu seiner localen Anwendung. Die Construction dieses Apparats, wie er von Giffard angegeben und in Fig. 734 dargestellt ist, ist bekannt, dieselbe hat aber seitdem mannigfache Abände-

Fig. 734.



rungen und Verbesserungen erfahren[34]), welche vorzugsweise auf Beseitigung des doppelten Mechanismus zum Reguliren der Stellungen für das Ansaugen und des Wasserzuflusses und deren excentrischen Lage, der Verbesserung des Dampfzuflusses und der innern Dichtung hinausliefen. Das Princip des Injectors ist folgendes: Bei A_1 strömt Dampf ein und geht nach dem Zurückziehen der Spindel E durch die Düse A, saugt von D Wasser an, welches den Dampfstrahl condensirt und sich mit dem condensirten Wasser mischt, um mit diesem durch die Düse B überzugehen und bei C auszutreten; durch die Condensation des Dampfes wird dem zutretenden Wasser der nöthige Ueberdruck verliehen, um mit grosser Geschwindigkeit durch die Düsen B und C hindurchtreten zu können. Die Form der drei Düsen A B C ist für die Wirkung des Injectors sehr wichtig und bei den verschiedenen Constructionen verschieden gestaltet. — Der Injector hat vielfach beim Bergbau Anwendung gefunden. Auf der Steinkohlengrube Iduna bei Bochum in Westfalen[35]) wurden die Wasser aus einem tonnlägigen Schacht auf 20 Meter seigere Höhe gehoben; in der Minute betrug die Leistung 0,309 bis 0,371 Kubikmeter Wasser, welches dabei von 10 auf 25 Grad Celsius erwärmt wurde. Allerdings ist der Dampfverbrauch beträchtlich höher, als

---

[34]) Rosenkranz: über Injectoren in Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 16. S. 109.

[35]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 9. S. 236. — Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 67.

bei einer Dampfmaschine, indess empfiehlt sich doch bei derartigen vorübergehenden Zwecken die Benutzung des Apparats seiner geringen Kosten wegen, so wie wegen der leichten und nur wenig Raum beanspruchenden Aufstellung. — Auf der Steinkohlengrube Friedrichsthal[36]) wurden im Jahre 1864 auf einem Saarstollngegenortschacht die in 16,739 Meter Tiefe zusitzenden Wasser durch einen Giffard'schen Apparat gehoben. Derselbe wurde unmittelbar über dem Wasserspiegel des Sumpfes befestigt und von einer über Tage stehenden Locomobile aus mit Dampf versehen, welcher durch ein 39 Millimeter weites Rohr zugeführt wurde. Durchschnittlich wurden 0,022 bis 0,025 Kubikmeter Wasser in der Minute gehoben. Am wirksamsten zeigte sich der Apparat bei einem Dampfdrucke von ca. 30 Kilogramm, versagte aber den Dienst bei einem Dampfdruck von weniger als 2 Kilogramm auf den Quadratcentimeter. Auch hier wurde ein sehr hoher Dampfverbrauch, beziehungsweise Kohlenverbrauch constatirt, dennoch die Anlage für den vorliegenden Fall sehr empfohlen, wie es auch von anderen Punkten, wie z. B. von der Bleierzgrube Aachen bei Ruppichteroth[37]) der Fall ist. Auch in Oberschlesien wird der Apparat in neuester Zeit mit vielem Erfolge angewendet. So z. B. auf der Steinkohlengrube Gräfin Laura bei Königshütte wird der Injector zur Hebung der Wasser aus einer einfallend getriebenen Strecke benutzt[38]). Ein 157 Millimeter weites Rohr führt den Dampf aus den über Tage stehenden Dampfkesseln durch den 63 Meter tiefen Schacht zu einer unterirdisch aufgestellten Dampfmaschine, welche einen Rittinger'schen Pumpensatz betreibt; von der Hauptdampfleitung zweigt sich im Schachttiefsten ein 52 Millimeter weites Dampfrohr ab, welches zum Injector führt und eine Länge von 235 Meter hat, auf welchem Wege die über Tage 42 bis 43 Pfund betragende Dampfspannung etwa 10 bis 12 Pfund verliert. Die Länge der einfallenden Strecke, in welcher das Wasser durch ein 78 Millimeter weites Rohr gehoben wird, beträgt ca. 127 Meter und die Wasserhebungsteufe 4,394 Meter bei 11 Grad Einfallen der Strecke; man hebt in der Minute 0,093 Kubikmeter Wasser. Obgleich auch hier ein hoher Dampfverbrauch constatirt ist, betrachtet man die Anwendung des Injectors auch deshalb sehr vortheilhaft, weil man mit ihm bei dem Vorrücken der Strecke dem Tiefsten folgen kann. Bei der Zunahme der Wasser hat man bereits einen zweiten Apparat eingebaut.

Gresham hat sich die Vervollkommnung des Apparats angelegen sein lassen, indem er die Spindel in der Dampfeinströmung stärker machte, als bisher und, um Schwankungen und Verbiegungen derselben zu vermeiden, den Sitz schmaler herstellte. Im Innern ist alle Packung vermieden

---

36) Hauchecorne a. a. O.

37) Der Berggeist. Köln 1868. S. 194.

38) Zeitschr. des oberschlesischen berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1871. S. 111. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 347. — Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 188.

und die Conushülse mit Flantsch und Nut befestigt. Der Wasserzufluss ist mittelst eingefügter Hülse, welche auf der einen Seite äusserlich eine Verzahnung trägt, in welche ein kleines Getriebe eingreift, verstellbar und hierdurch ein Regulator für den Wasserzufluss geschaffen[39]).

Auf gleichem Princip, wie die von Giffard, beruht die Dampfpumpe von Friedmann[40]). Dieselbe ist in verschiedenen Dimensionen je nach den verschiedenen Zwecken construirt. Der Apparat besteht aus einem messingenen Cylinder B, Fig. 735, auf welchem ein Aufsatz HH'K zum Ausfluss des angesaugten Wassers und unter welchem Ansatzröhren C zum Eintritt des Dampfes in der Achse des Cylinders und A zum Eintritt des Wassers von der Seite her angebracht sind. Der Cylinder hat bei der Construction No. 4 einen äusseren Durchmesser von 110 Millimeter, einen inneren von 96 Millimeter und ist im Innern ausgebohrt. Innerhalb des Cylinders sind 4 kegelförmige Trichter D aus Bronze angebracht, welche einer in dem anderen stecken und zwischen sich einen ganz bestimmten Zwischenraum lassen. Jeder Kegel hat 4 Ohren S, welche zur Unterstützung des nächst oberen Trichters dienen. Alle 4 Trichter sind von verschiedenen Dimensionen: ihre Höhe ist, von unten nach oben gerechnet, 70 Millimeter, 67 Millimeter, 72 Millimeter und 79 Millimeter; die Grundfläche jedes Trichters ist geringer als der innere Durchmesser des Cylinders B, die des unteren hat einen um 26 Millimeter kleineren Durchmesser, nach Oben verringert sich die Differenz, bei dem vierten Trichter auf 8 Millimeter, entsprechend der Verringerung des Volumens des eintretenden und nach und nach condensirten Dampfes. Der untere Theil der Trichter ist weiter, als der obere, da der freie Raum durch die Stege und durch die Mündung des unteren Trichters beschränkt wird, man also zum Eintritt des Dampfes mehr Raum schaffen muss, welcher nur einen ringförmigen Durchgang von $3^1/_2$ Millimeter Breite hat; der obere Theil der Trichter ist beinahe cylinderisch mit einer Neigung der inneren Flächen von $^1/_{10}$ bei einer Höhe von 39 Millimeter für den unteren, von 33 Millimeter für die drei oberen Trichter. In den untersten Trichter ragt die konische Röhre F, gleichfalls aus Bronze, durch welche der Dampf hinzutritt; sie hat eine Höhe von 94 Millimeter, unten 52 Millimeter, oben $17^1/_4$ Millimeter Durchmesser und lässt gegen die innere Wandung des untersten Trichters einen Zwischenraum von 5 Millimeter. Auch diese Röhre trägt Ohren S', auf welche sich der unterste Trichter aufsetzt. Die metallene Röhre F ist mit der Zuführungsröhre C verbunden, durch welche der Dampf eintritt. Das Wasser wird durch die Röhre A und das Kniestück E zum Apparat angesaugt, es umspült die Röhre F und die Trichter D und tritt durch die Zwischenräume (Kiemen) zwischen die unteren und oberen Trichter in das

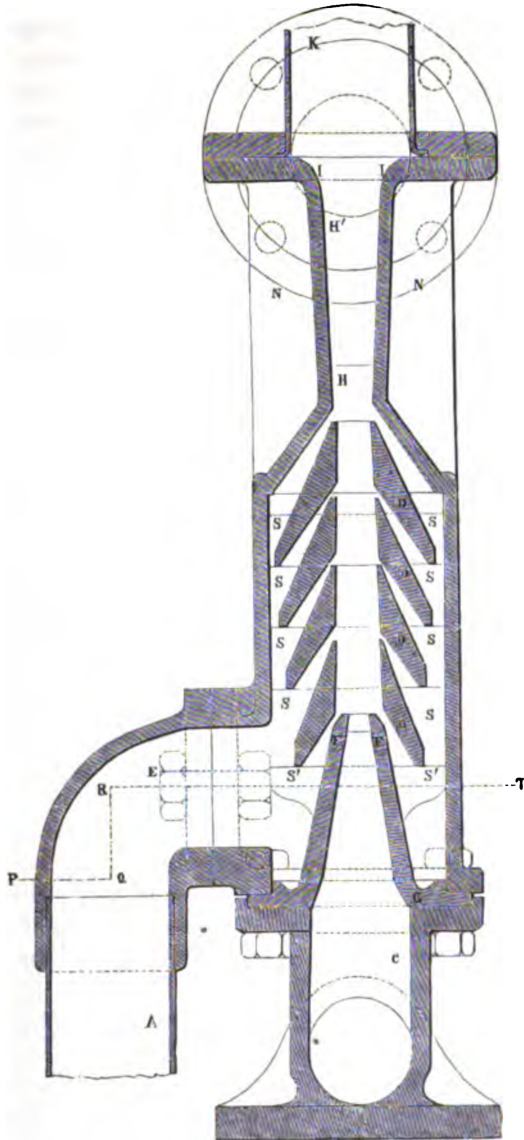
---

39) Allgem. deutsche polytechn. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1873. S. 11.

40) Rosenkranz a. a. O. S. 116. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. I. p. 539.

Innere derselben, es bilden also diese die Mischungsdüse von Giffard. Da die Zutrittsöffnungen für das Wasser sich nach Oben verringern, so ist

Fig. 735.



die nach Oben fortschreitende Condensation des Dampfes zweckmässig regulirt. Das angesaugte Wasser geht durch den Cylinder H in die sich nach Oben erweiternde und durch vier Rippen N verstärkte Röhre H_1 und

steigt durch die Aufsatzröhre K in die Höhe. Die Höhe des ganzen Apparats beträgt 0,533 Meter. Der wesentliche Unterschied gegen den Apparat von Giffard liegt in den mehrfachen Oeffnungen für den Zutritt des Wassers zum Dampfe, wodurch eine vollkommenere Condensation des Dampfes und eine geringere Temperatur des austretenden Wassers hervorgerufen werden soll. In der That haben auf französischen Gruben angestellte vergleichende Versuche solches Resultat ergeben, wenn auch nicht in dem Maasse, wie es der Erfinder selbst angiebt; dadurch aber, dass das Wasser mit geringerer Temperatur austritt, ist auch der Verlust an Wärme, beziehungsweise der Dampf- und Kohlenverbrauch geringer. Nach dem Erfinder kann man mit seinem Apparat die Wasser auf eine Höhe heben:

bei	einem	Ueberdruck	von	1	Atmosphäre	auf	8	Meter
„	„	„	„	2	„	„	15	„
„	„	„	„	3	„	„	21	„
„	„	„	„	4	„	„	26	„
„	„	„	„	5	„	„	31	„

und wenn man einen Apparat einem zweiten zuheben lässt, kann man die Hebungshöhe vergrössern auf beziehungsweise 15, 26, 36, 45 und 55 Meter. Der Apparat erfreut sich in Frankreich, namentlich auf den Gruben bei St. Etienne besonderer Aufnahme. — Der Fabrikant hat später eine Abänderung dadurch vorgenommen, dass er die als Vorzug angesehene, zur Vertheilung des zutretenden Wassers bestimmte, zwischen der Dampf- und Mischdüse befindliche Zwischendüse in ihrer Selbstständigkeit beseitigte und mit der Mischdüse vereinigt hat. Ausserdem hat die Mischdüse ein eingebohrtes kleines Loch erhalten, wodurch die Temperaturgränze des noch vom Injector angenommenen Wassers, welche früher unter 60 Grad lag, bedeutend erhöht worden ist. Zu bemerken ist noch, dass Dampf- und Mischdüse, mit einander verschraubt, so in das Gehäuse eingeschoben werden, dass sie genau centrisch stehen[41]).

In neuerer Zeit hat der Dampfstrahlapparat von Koerting, welcher auf ganz gleichen Principien, wie der vorstehende, beruht, sich vielfach Eingang verschafft, namentlich als Condensationsvorrichtung für Dampfmaschinen, aber auch als Wasserhebungsmaschine für mässige Höhen. Das Wichtigste ist die Construction der Trichter, wobei im Bezug auf den Conuswinkel und den lichten Durchmesser das Richtige zu treffen durch Versuche und Erfahrung festgestellt werden muss[42]). — Der Apparat findet z. B. Anwendung auf der Grube Dudweiler bei Saarbrücken: bei einer Druckhöhe von 68 Meter, einem Durchmesser des Einfallrohrs von 50 Millimeter, des Ausgussrohrs von gleichfalls 50 Millimeter, bei einer Förderhöhe von

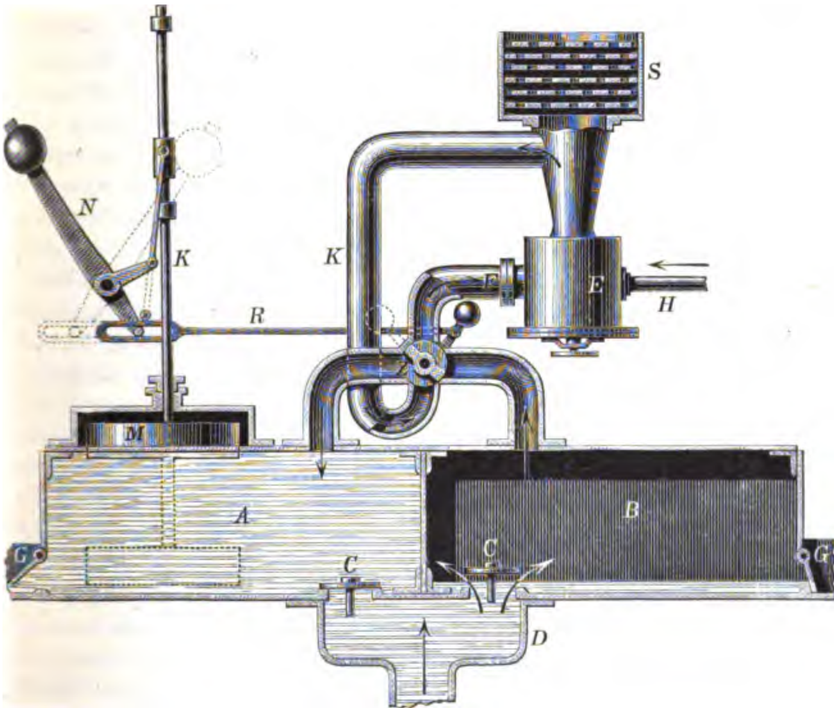
[41]) Dingler polyt. Journal. Bd. 232. S. 501. — Die chemische Industrie. Bd. 2. (1879.) S. 362.

[42]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 757; Bd. 20. S. 374.

8 Meter werden 12 Kubikmeter Wasser in der Stunde Betriebszeit gehoben[43]).

Eine einfache und solide Construction, welche sicher arbeitet und leicht zu handhaben ist, stehend oder liegend montirt werden kann, je nach Bedürfniss saugend oder nicht saugend arbeitet, wird von Schaefer und Budenberg in Buckau besonders als Speiseapparat für Dampfkessel ausgeführt, welche indess das gleiche Princip, wie die Dampfstrahlpumpe von Giffard zur Grundlage hat[44]).

Fig. 736.



Eine sehr sinnreiche Anwendung des Dampfstrahlapparates hat William Siemens zu London für die Wasserhebung bei einer 6,10 Meter nicht übersteigenden Höhe gemacht[45]). In einer Höhe von 5 bis 6 Meter oberhalb des Niveaus des zu hebenden Wassers sind 2 geschlossene Kammern A und B, Fig. 736, angeordnet; das Wasser steigt durch die Saugröhre D und tritt durch die Ventile C in die Kammern, der Ausfluss des gehobenen Wassers erfolgt durch die Ventile G. Der Injector E, in

[43]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 28B. S. 248.

[44]) Allgem. deutsche polytechn. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1875. S. 178.

[45]) Dingler polyt. Journal. Bd. 207. S. 272.

welchem Siemens die Einlaufkegel mit besonderer Sorgfalt construirt und regulirt, erhält den Dampf durch die Röhre H, welcher mittelst der Röhre F abwechselnd in den Kammern A und B einen luftverdünnten Raum herstellt. Die Röhre F ist mit einem Drehventil L ausgestattet, welches abwechselnd jede Kammer mit dem Injector in Verbindung setzt. Das Ende der mittelst einer Klappe verschliessbaren Dampfausströmungsröhre steht durch die Röhre K und das Ventil L gleichfalls mit den Kammern in Verbindung. In der Kammer A befindet sich ein Schwimmer M, dessen Spindel den Kipphebel N in Bewegung setzt, welcher seinerseits mittelst der Stange R auf den Gewichthebel des Hebels L wirkt. Nach dem Stande der Figur saugt der Injector E die Luft durch die Röhre F aus der Kammer B, und das Wasser steigt durch die Röhre D in diese Kammer. Gleichzeitig gelangt das Gemisch von Dampf und Luft durch die Röhre K in die mit Wasser gefüllte Kammer A und treibt das Wasser durch das Ventil G hinaus. Hierdurch sinkt der Schwimmer M, welcher nunmehr auf den Hebel N wirkt und ihn in verticale Lage bringt; hat sich die Kammer entleert, kippt der Hebel N auf die entgegengesetzte Seite um und bewegt gleichzeitig das Ventil L nach entgegengesetzter Seite, so dass nunmehr die Wirkung des Injectors auf die beiden Kammern sich umdreht. Es werden also beide Kammern abwechselnd gefüllt und geleert und die Thätigkeit ist eine ununterbrochene. Das durch den ausströmenden Dampf- und Luftstrahl entstehende, heftige Geräusch kann man dadurch verhüten, dass man am oberen Ende des Rohrs einen Schallbrecher S (sound killer) anbringt, welcher aus einer Art Metalltrommel mit einem System durchbrochener Scheidewände besteht. Bei einem Versuche gelang es unter Anwendung von Dampf mit einem Druck von 4 Atmosphären 291,5 Liter Wasser auf eine Höhe von 3,65 Meter in 40 Sekunden zu heben, auf eine Höhe von 5,32 Meter in 75 Sekunden.

Hierher gehört auch der auf der Zeche Margarete in Westfalen zur Anwendung gelangte, sog. Siphonoid von Hambruch, der sich insofern von den vorbeschriebenen Dampfstrahlapparaten unterscheidet, dass sich das Vacuum nicht in demselben Raume bildet, in welchem der Dampf vorher wirkte, sondern dass ein besonderer Condensator vorhanden ist, der durch den Apparat in Thätigkeit gehalten wird und dann das Vacuum herstellt und festhält, wodurch eine bedeutende Saughöhe bis 8,5 m erzielt werden soll. Auf der Zeche Margarete hat sich der Apparat als nicht praktisch herausgestellt, wogegen auf der Bleierzzeche Friedrichsglück bei Lintorf befriedigende Resultate erzielt sind[46]).

---

[46]) Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 102. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27 B. S. 264. — Glückauf. Essen 1878. No. 35.

b. Der Heber.

Der Heber ist eigentlich keine Hebemaschine, sondern dient nur dazu, die Wasser über eine Erhöhung nach einem tiefer gelegenen Punkte zu führen, wodurch sich seine Anwendung auf wenige Fälle beschränkt. Hierzu gehört z. B. beim Abteufen das Fortschaffen aus dem Vorgesümpfe in ein in der Schachtsohle befindliches und mit unteren Grubenbauen in Verbindung stehendes Bohrloch. In den Dachschieferbrüchen bei St. Goar am Rhein hat man Winkelheber aus Zinkblech, welche aus ca. 1 Meter langen, 78 bis 105 Millimeter weiten, aneinander geschraubten Stücken bestehen; mit demselben werden die Wasser aus einem Stolln über ein Berggehänge abwärts geführt.

Auf der Steinkohlengrube Freie Vogel und Unverhofft benutzte man den Heber zur Wasserlosung für ein 7,22 Meter unter den Querschlag niedersetzendes Muldenstück, wozu man 130 Millimeter weite gusseiserne Rohre gebrauchte, welche im Schachte im Ganzen 348 Meter niedergingen; doch gelang es nicht, die Wasser vollständig zu beseitigen, man musste noch besondere Saugpumpen anwenden.

Eine ähnliche Anwendung hat der Heber beim Betriebe des Ernst-August Stollns in der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal[47]) gefunden, wo man zur Inbetriebsetzung des Hebers oder bei Stillständen des natürlichen Abflusses eine Evacuationsmaschine anwendete.

Mit Vortheil hat man sich einer solchen Hebervorrichtung auch auf der Grube Diepenlinchen bei Stolberg[48]) bedient; eben so auf der Königsgrube und der Grube Mathilde in Oberschlesien[49]).

Bei sehr vollkommenen Einrichtungen versieht man beide Enden mit Ventilen, welche man, ohne direct zu ihnen gelangen zu müssen, stellen kann, um einen continuirlichen Abfluss zu bewirken und leichter die erste Füllung des Hebers vornehmen zu können. Zum Zwecke des Füllens befindet sich an dem obersten Scheitel der Heberröhre ein verschliessbarer Einguss, welcher zu gleicher Zeit dazu dient, die sich gerade an der höchsten Stelle ansammelnde Luft von Zeit zu Zeit austreten zu lassen; beim Füllen beklopft man die Röhre mit Hämmern, damit die Luft keine Gelegenheit findet, sich anzusetzen.

Zur Beseitigung der Wirkung der mit dem Wasser eintretenden Luft hat man auf dem Saugschenkel wohl eine Luftpumpe angewendet, wie auf dem Schacht Romanus bei Freiberg, es ist diese Vorrichtung aber dann

---

47) Schell, Mittheilung über jene Heberanlage in berg- u. hüttenm. Zeitung. Freiberg 1858. S. 273; Freiberg 1860. S. 296; Freiberg 1861. S. 126. — Stahlschmidt, Bemerkungen hierzu: ebenda Freiberg 1858. S. 386; Freiberg 1860. S. 90.

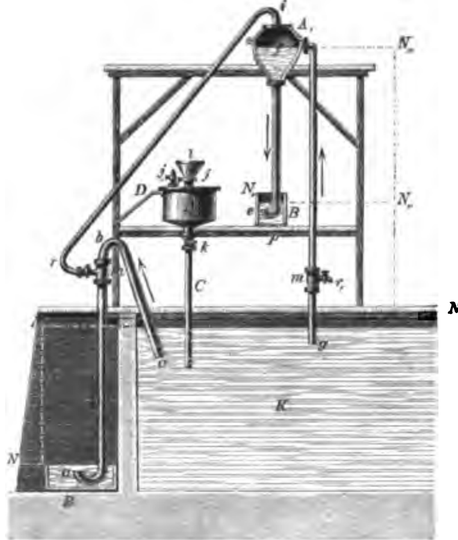
48) Hasslacher in Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 9B. S. 182.

49) Ebenda. Bd. 21B. S. 298.

nicht von der eigentlichen Saugpumpe verschieden. Da die Luftansammlung die Wirkung des Hebers aufhebt, muss man jedenfalls für deren zeitweise Beseitigung Sorge tragen. Selbstredend muss man überall, vorzugsweise am oberen Theile, auf völlig luftdichte Verbindung der einzelnen Röhrenstücke Bedacht nehmen.

Die Heberpumpe von Lagillardaie[50]) besteht aus zwei Winkelhebern abc und efg, Fig. 737. Durch den Heber efg wird Flüssigkeit von dem Niveau N auf das Niveau N^3 gehoben, zu welchem Zwecke durch den

Fig. 737.



Hahn r' in den Schenkel fg Luft in fein vertheiltem Zustande eingelassen wird. Dieselbe vermischt sich mit der Flüssigkeit und sondert sich von dieser erst wieder in dem Gefässe A', dem Vertheiler (Distributeur) ab, um durch das Rohr ir ausgesaugt zu werden, während die Flüssigkeit in dem Schenkel fl abwärts läuft, wodurch ein Nachströmen des specifisch leichteren Gemisches von Flüssigkeit und Luft bewirkt wird. Das bei r' einströmende Luftquantum muss so regulirt werden, dass das Produkt aus dem specifischen Gewichte des Gemisches in die Höhe $N N^3$ kleiner ist als das aus dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit in die Höhe $N^2 N^3$. Der ganze Vorgang ist durch die Aussaugung der im Gefässe A' sich ausscheidenden Luft bedingt, so wie dadurch, dass die Spannung derselben um einen der Flüssigkeitssäule fe ($N^2 N^3$) entsprechenden hydrostatischen Druck kleiner ist, als jener der äusseren Atmosphäre. Hierzu dient der Heber

[50]) Dingler polyt. Journal. Bd. 195. S. 32. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 215.

abc, dessen oberes Ende mit dem Luftraum des Vertheilers A' durch das Rohr ir verbunden ist; die eingesaugte Luft vermischt sich mit der abwärts strömenden Flüssigkeit und tritt bei a durch das Unterwasser ins Freie. Um den Zutritt der Luft in möglichst fein vertheiltem Zustande zu bewirken, tritt dieselbe bei r und r' nicht direct in die Röhren, sondern es ist in dieselben ein mit einem Mantel umgebener, durchlöcherter Rohrstutzen m eingeschaltet, welcher die Bildung grösserer Luftblasen verhindert. Zum Anlassen des Apparats dient das Gefäss A (Amorceur), welcher durch das Rohr C mit dem Oberwasser R und durch das Rohr D mit dem Heber abc verbunden ist. Beim Anlassen müssen alle Hähne geschlossen sein. Demnächst öffnet man die Hähne j und j', füllt das Gefäss A mittelst des Trichters l mit Wasser, schliesst jene beiden Hähne wieder und öffnet den Hahn k zur Verbindung des Gefässes A mit dem Oberwasser. Indem sich der Amorceur theilweise entleert, wird eine Luftverdünnung in demselben und in dem Heber abc und dadurch dessen Füllung und Inbetriebsetzung bewirkt, wodurch die theilweise Füllung des Amorceur wieder veranlasst wird. Demnächst öffnet man den Hahn r; die im Vertheiler A' befindliche Luft wird durch das Rohr ir ausgesaugt, die Arme des Hebers efg füllen sich theilweise, worauf derselbe durch Oeffnen des Hahnes r' in Betrieb gesetzt wird.

c. Fördern des Wassers mit Gefässen oder Wasserziehen.

Zum Wasserziehen ist jede Maschine, so wie jede Kraft brauchbar. Sehr verschieden ist die Art der Gefässe, statt deren man auch wohl Schläuche und Säcke aus Ochsenhäuten mit nach Innen gekehrten Haaren früher häufig anwendete. Gewöhnlich benutzt man die Fördertonne oder am besten besonders dazu construirte, geschlossene Wasserkasten aus Holz oder Eisen, welche dann am Boden mit Ventilen versehen sind; die Fördertonnen müssen so tief gesenkt werden, dass das Wasser über ihren Rand einlaufen kann, bei den Wasserkasten dringt das Wasser von Unten durch das Bodenventil ein. Das Entleeren über Tage erfolgt bei den Fördertonnen, indem man sie mittelst Stürzvorrichtungen umkippt, bei den Wasserkasten wird das Ventil mittelst Ketten aufgezogen oder, wenn das Ventil mit einem Stiel versehen ist, durch Aufsetzen des Kastens, wodurch das Ventil sich in die Höhe hebt.

In tonnlägigen Schächten giebt man den Wasserkasten Walzen oder Räder, oder setzt auch wohl Wassertonnen oder Wasserkannen, mit welchen das Wasser geschöpft ist, auf Rädergestelle.

Diese Methode der Wassersümpfung ist nur bei geringen Wasserquantitäten und mässigen Tiefen in der Regel anwendbar, obwohl dieselbe zur Unterstützung der regelmässigen Wasserhaltung auch bei grösseren Tiefen mit bedeutenderen Wasserzuflüssen zur Anwendung gelangt; dient dieselbe als definitive Wasserhaltung, so ist es zweckmässig, unten im Schachte

einen Sumpf zu bilden oder seitwärts ein Reservoir, aus welchem die Füllung der Gefässe stattfindet.

Das Verfahren empfiehlt sich, wenn es den sonst gegebenen Voraussetzungen entspricht, dadurch besonders, dass die Beschaffenheit der Wasser ganz einflusslos ist, während saure Wasser bei den sogleich zu behandelnden Pumpen die störendsten Einwirkungen ausüben können.

Beim Abteufen eines Schachtes der Steinkohlengrube Anna bei Aachen[51]) wollte man den Schacht nicht durch den Einbau von Pumpen verengen und erst nach Vollendung des Abteufens den definitiven Pumpeneinbau bewirken, man setzte deshalb eine Wasserförderung mit der Bergeförderung in unmittelbare Verbindung. An dem Förderseil hing eine Wassertonne, welche an den Schachtstössen gleitete; das Förderseil ging durch den Boden der Tonne hindurch und trug an seinem Ende den Kübel zur Aufnahme der Berge; Wassertonne und Kübel wurden also zugleich auf- und abwärts bewegt. Im Schachttiefsten befand sich eine Saugpumpe, deren Kolben an einem Seile hing, welches über Tage auf der Welle der Fördermaschine aufgewickelt war und von dieser in Bewegung gesetzt wurde; während die Gefässe im Schachte in Bewegung waren, war auch die Pumpe im Gange und goss in einen unmittelbar unterhalb der oberen Mündung der Pumpe befindlichen Holzkasten aus. Unterhalb dieses Holzkastens befanden sich im Fördertrum zwei Holzstege, auf welche sich die Wassertonne aufsetzte, während der Förderkübel bis zur Schachtsohle weiter abwärts ging. Der Wasserkasten war mit Hahn und Schlauch versehen, so dass die Tonne leicht gefüllt werden konnte; sobald dieses geschehen, begann das Heraufziehen beider Gefässe, indem zunächst das Bergekübel aufgezogen und von diesem, indem es unter den Boden der Wassertonne griff, die letztere mit aufwärts genommen wurde. Auf der Hängebank wurden mittelst Hebelwerk zwei Wasserrinnen unter die Tonne gebracht, die in deren Boden befindlichen Ventile durch Bolzen, die an den Rinnen angebracht waren, aufgestossen und so das Entleeren bewirkt. Demnächst wurden die Gerinne wieder bei Seite geschoben, so dass die Ventile sich schlossen und das Einlassen wieder vor sich gehen konnte. Die Saugpumpen und das Wasserreservoir konnten bei der Vertiefung des Schachtes nach Bedürfniss gesenkt werden. An der Wassertonne befand sich eine Fangvorrichtung, um dieselbe beim Brechen des Seils festzuhalten.

Eine sehr bedeutende Leistung mit der Wasserhebung ist auf der Königsgrube in der Abtheilung der beiden Krugschächte erzielt worden. Auf dem einen dieser Schächte befindet sich eine unterirdische Wasserhaltungsmaschine, welche allein im Stande ist, die durchschnittlich 3 Kubikmeter in der Minute betragenden Wasserzuflüsse zu Sumpfe zu halten, während auf dem andern Schachte über Tage sich eine Wasserhaltungsmaschine befindet, welche nur 1,3 Kubikmeter Wasser zu sümpfen vermag.

[51]) Hauchecorne a. a. O. S. 66.

Die Schächte haben eine Tiefe von 167 Meter. In Fällen, wo die unterirdische Maschine betriebsunfähig war, musste man der anderen Maschine zu Hilfe kommen und that dies durch Wasserheben mittelst der 220 Pferdekräfte starken Fördermaschine, welche also 1,7 Kubikmeter in der Minute zu heben hatte. Man benutzte oben offene Kasten aus Eisenblech von 6 Millimeter Stärke, welche im Lichten 2,51 Meter lang, 0,94 Meter breit, 1,28 Meter tief sind, also einen Inhalt von 3 Kubikmeter haben. Im Boden befinden sich 2 durch Tellerventile geschlossene Löcher von 0,26 Meter Durchmesser. Die Kasten werden in die Förderschale eingesetzt und in den Schachtsumpf eingelassen, wo sich beim Aufsetzen die Ventile öffnen und dem Wasser den Eintritt gestatten, welches aber ausserdem auch über den Rand von oben einfliesst, da der Sumpf tief genug ist, um den ganzen Kasten einsinken zu lassen. Zur Aufnahme der Wasser beim Entleeren der Kasten auf der Hängebank des Schachtes wird ein breites, auf eisernen Walzen ruhendes, flaches Bohlengefluder unmittelbar nach dem Passiren der Förderschale über die Schachtöffnung hinweggeschoben, so dass sich die Förderschale beim Wiedersenken auf dasselbe aufsetzt und die Ventile sich öffnen, deren Stiele auf 2 in dem Gefluder angebrachte Holzklötze aufstossen, so dass die Wasser aus dem Kasten und ins Freie fliessen können. Bei einer Geschwindigkeit von 5 Meter in der Sekunde dauert das Treiben eines Kastens nur ca. 34 Sekunden, das Füllen und Entleeren aber 1 Minute 11 Sekunden, so dass die Förderung von 3 Kubikmeter Wasser 1 Minute 45 Sekunden währt, also in einer Stunde 102 Kubikmeter oder 1,7 Kubikmeter in einer Minute gefördert werden. Hiernach genügte diese Wasserhebung zur Ergänzung der oberirdischen Maschine bei einem Wasserzufluss von 3 Kubikmeter in der Minute vollständig. In einem Falle, in welchem beide Wasserhaltungsmaschinen betriebsunfähig waren, setzte man auf jedem der beiden Schächte die Fördermaschine zur Wasserhebung in Betrieb und konnte in solcher Weise die gesammten Zuflüsse zu Sumpfe halten. Für noch stärkere Zuflüsse oder wenn man nur mit einer Fördermaschine Wasser ziehen will, kann man die Kasten leicht auf das Doppelte erhöhen, müsste aber auch die Bodenöffnungen erweitern, um den Ausfluss der gehobenen Wasser zu beschleunigen. Hiernach ist diese Wasserhebungsmethode wohl im Stande, in Nothfällen die Wasserhaltungsmaschinen zu ersetzen, jedenfalls aber Reservemaschinen für die Wasserhaltung überflüssig zu machen, wenn man zwei Föderschächte für dasselbe Schachtfeld zur Verfügung hat, so dass nicht gleichzeitig die Förderung sistirt werden braucht.

d. Kettenkünste.

Die Kettenkünste werden beim Bergbau jetzt kaum noch angewendet, sie sind aber von historischem Interesse, sie waren schon den Alten beim Wasserziehen aus Brunnen und Cisternen bekannt, wie bei Vitruv erwähnt wird.

Die Kettenkünste oder Paternosterwerke[52]) bestehen aus einer Kette ohne Ende, welche in bestimmten Abständen Gefässe trägt; dieselben füllen sich unten mit Wasser und giessen oben aus; es sind dies die s. g. Eimerkünste.

Eine andere Einrichtung besteht darin, dass ein Seil ohne Ende in eine Röhre geführt und das Seil in bestimmten Zwischenräumen mit Kugeln oder Scheiben versehen ist, welche das Wasser in der Röhre in die Höhe heben; dies ist die ältere Art der Paternosterwerke unter dem Namen von Heinzenkünsten und findet sich noch jetzt ähnlich bei den Kettenpumpen auf Schiffen.

Bei den Eimerkünsten hat man meistentheils Laschenketten zum Einhängen der Gefässe, wie man sie jetzt noch in Sinkwerken findet, wo man lederne Gefässe zum Heben der Soole benutzt, während man sonst blecherne anwendet. Die Scheibe, über welche die Kette geführt wird, erhält Stege, auf welche sich die Kettenglieder auflegen, oder sie wird als Vieleck construirt, damit ein Rutschen der Kette nicht stattfindet. Die Leistung steigt mit der Förderungshöhe bis 70 Procent, bleibt aber gewöhnlich nur bei 48 Procent; nach Morin hebt ein Pferd, welches die Scheibe in Bewegung zu setzen hat, täglich 671000 Kubikmeter, mit der Maximalgeschwindigkeit von 1,5 Meter in der Sekunde. Von der rechnungsmässigen Wassermenge wird etwa der sechste Theil durch Schwankungen der Gefässe vergossen, doch beziehen sich die angegebenen Zahlen auf die wirklich zum Ausguss gelangenden Wassermengen.

Die Heinzenkünste, auch Scheibenkünste, Ballenkünste, Püschelkünste, Schaufelkünste, Paternosterwerke, Rosenkranzkünste genannt, bestehen entweder aus an einander gereihten Kugeln, welche von Rosshaaren gebildet und mit Leder überzogen sind, oder neuerdings aus Lederscheiben, welche auf Eisenringen aufliegen, also vollständige Scheibenkolben bilden; Valadon-Thénaud schlägt Scheiben von vulkanisirtem Kautschuck vor. Je weiter die Scheiben von einander abstehen, desto mehr Wasser lassen sie wieder fallen; die Alten machten die Abstände je zweier Scheiben 5 bis 6 mal so gross, wie den Durchmesser der Röhre, in welcher jene aufzusteigen haben; bei eisernen gut ausgedrehten Röhren nimmt man eine Entfernung der Scheiben gleich dem einfachen oder anderthalbflachen Röhrendurchmesser. Nach Belgrad ist es zweckmässig zur Verminderung der Reibung, dem oberen Theil der Rohrs einen grösseren Durchmesser zu geben. Die Geschwindigkeit beträgt $1^1/_2$ bis 2 Meter in der Sekunde, der Wirkungsgrad durchschnittlich 66 Procent; nach Navier ist die tägliche Leistung eines Mannes 115000 Kubikmeter.

Bastier[53]) hat derartige Kettenpumpen mehrfach ausgeführt und behauptet einen Nutzeffect von 90 bis 92 Procent, während sie nur 75 pCt.

---

[52]) Weisbach a. a. O. S. 799.

[53]) The Mining Journal. 1861. p. 171. 175. — Ebenda. 1862. p. 99.

des Preises der gewöhnlichen Pumpen kosten. Nach den Mittheilungen wurde die erste zu Cricklewood über Tage aufgestellt und arbeitete 4 Jahre lang ohne irgend welche Reparatur, 2 Mann heben mit Leichtigkeit 0,2 Kubikmeter in der Minute.

Auf der Grube Wheal Concord in Devonshire hebt eine solche Pumpe, deren Röhren 12 Centimeter im Durchmesser hat, und welche durch ein Wasserrad von 15 bis 16 Pferdekräften betrieben wird, 1,5 Kubikmeter aus 71 Meter in der Minute; bei Benutzung einer Dampfmaschine von 24 Pferdekräften wurden 1,25 bis 1,5 Kubikmeter Wasser aus 105 Meter Tiefe gehoben, wobei angeblich mehr geleistet wird, als mit einer 39 Centimeter weiten Pumpe. Zwei andere derartige Pumpen sind in den Docks von Birkenhead aufgestellt und sollen bei mässigen Preisen gleich günstige Resultate aufweisen.

Schaufelkünste sind ähnliche Paternosterwerke in einem liegenden Gerinne, welches in zwei Abtheilungen getheilt ist, in der unteren geht die Kette aufwärts, in der oberen abwärts; die Scheiben sind aus rechteckigen 26 bis 36 Centimeter breiten, 13 bis 15 Centimeter hohen Brettern gebildet, welche 18 bis 21 Centimeter von einander abstehen. Die Neigung des Gerinnes soll nach Langsdorf 37 Grad·38 Minuten, nach Wiebeking 48 Grad 18 Minuten, nach Perronet 31 Grad betragen. Der Wirkungsgrad beschränkt sich auf 40 Procent, und ein Mann leistet täglich nur 68000 Kubikmeter, nach Anderen 89000 Kubikmeter.

Auf Braunkohlengruben findet sich die s. g. Schwammmaschine, welche ähnlich construirt ist, wie die Scheibenmaschinen, aber statt der Kugeln oder Scheiben Schwämme zum Heben des Wassers benutzt.

e. Wasserhebung durch unmittelbaren Dampfdruck.

Für den Tagebau einer Braunkohlengrube in der Nähe von Wiener-Neustadt ist von Rittinger ein Wasserhebungsapparat vorgeschlagen und in Anwendung gesetzt, mit welchem Wasser durch unmittelbaren Dampfdruck gehoben wird und welcher in ähnlicher Construction in Zuckerfabriken zum Heben des Zuckersaftes dient und dort Montejus genannt wird[54]). Derselbe besteht in dem gegebenen Falle aus einem Blechcylinder von 3,161 Meter Höhe und 0,948 Meter Durchmesser, welcher für eine Dampfspannung von 4 Atmosphären hergestellt ist. Derselbe wurde zunächst zum Abteufen eines Schachtes, welcher eine Tiefe von 18,960 Meter erhalten sollte, benutzt. Er ruht auf Traghölzern, welche auf Einstrichen verlagert sind. Der Cylinder steht am untersten Ende durch ein Querrohr mit einem 632 Millimeter weiten, 1,264 Meter hohen Ventilcylinder in Verbindung, in welchem oben und unten je ein nach Oben sich öffnendes Ventil angebracht ist. An den Ventilcylinder schliesst sich

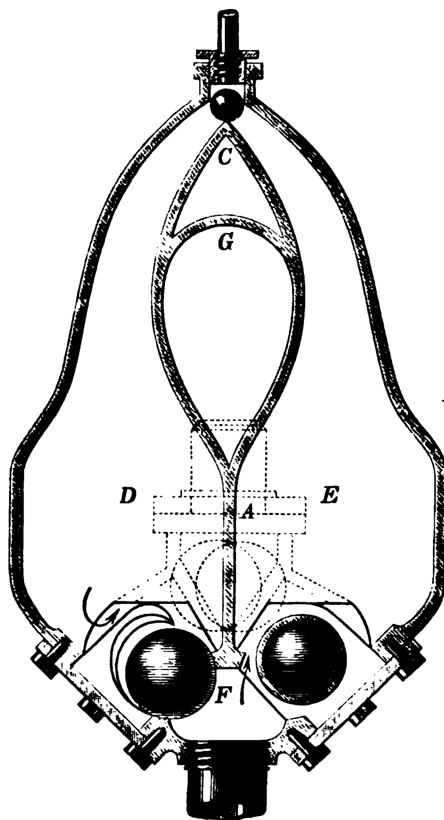
[54]) Wasserhebung mit unmittelbarem Dampfdruck in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 249. — Glückauf. Essen 1870. No. 37. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 354.

unten das Saugrohr, oben das Steigrohr an. Am Kopfe des Hauptcylinders sind drei mit Stellschrauben sich öffnende Ventile angebracht; durch eines derselben wird aus den über Tage befindlichen Dampfkesseln Dampf eingelassen, welcher durch das zweite Ventil wieder austreten kann, während das dritte Ventil dazu dient, Wasser in den Cylinder einzuspritzen. Beim Anlassen des Apparats füllt man das Steigrohr zum Theil mit Wasser und lässt bei geöffnetem Dampfausblaseventil Dampf in den Cylinder treten, wodurch die Luft ausgetrieben wird und beide Cylinder mit Dampf gefüllt werden. Hierauf werden beide Dampfventile geschlossen und durch Einspritzen von Wasser die Dämpfe condensirt; hierdurch wird ein luftleerer Raum in den Cylindern hergestellt und beim Oeffnen des Saugventils durch den äusseren Luftdruck das Ansaugen des Wassers in den Cylindern bewirkt, bis sich dieselben mit Wasser gefüllt haben. Demnächst wird das Einspritzventil geschlossen, das Dampfzulassventil geöffnet und durch den Dampfdruck das Wasser durch das nun geöffnete Steigeventil in das Steigrohr und zu Tage gedrückt. Sobald das Wasser verdrängt ist, schliesst man das Dampfzulassventil und öffnet das Dampfablassventil, um dem gespannten Dampf den Austritt zu gestatten, bis die Cylinder mit Dampf von atmosphärischer Spannung erfüllt sind. Demnächst schliesst man das Ablassventil und lässt das Spiel von Neuem beginnen. Zur Erkennung des Wasserstandes im Cylinder befindet sich ein Schwimmer im Hauptcylinder, dessen Stange durch eine Stopfbüchse im Deckel des Cylinders hindurchgeführt ist. Ueber dem 1,264 Meter langen kupfernen Saugrohr befindet sich ein zweites aus Eisenblech, welches perspectivartig ausgezogen werden kann, um das Saugrohr verlängern zu können; ausserdem schaltet man Röhren von 0,948 Meter Länge in das Saugrohr ein, bis zu einer Gesammthöhe des Saugrohrs von 7,568 Meter; sobald diese erreicht ist, wird der ganze Apparat um 2,845 Meter gesenkt und eben so viel das Steigrohr verlängert. Zur Wartung des Apparats ist ein Mann erforderlich, welcher die Ventile öffnet und schliesst. Bei einem Spiele liefert der Apparat 1,892 Kubikmeter Wasser, und da er bequem 3 Spiele in der Minute machen kann, so kann er in der Minute 5,676 Kubikmeter Wasser wältigen; da man aber grössere Pausen machen kann, so ist der Apparat auch für geringere Wassermengen geeignet. Bei einem Dampfdruck von 4 Atmosphären im Dampfkessel kann man die Hubhöhe des Apparats auf 37,940 Meter steigern. Der Apparat ist für die Bewältigung von Wassern aus geringer Tiefe nicht ohne Bedeutung. Er wird auch beispielsweise bei Rappitz im Kladnoer Kohlenrevier benutzt und war auch für die Bewältigung des Wasserdurchbruchs auf dem Steinsalzbergwerk zu Wieliczka mit grösseren Dimensionen in Vorschlag gebracht worden, gelangte aber dort nicht zur Anwendung, weil seine Herstellung nicht schnell genug erfolgen konnte.

f. Pulsometer.

Eine anderweitige directe Wirkung des Dampfes bei der Wasserhebung ist von dem Amerikaner C. Henry Hall in dem von ihm Pulsometer genannten Apparate angewendet worden[55]). Derselbe beruht auf

Fig. 738.



demselben Princip wie die bereits 1698 von Savery angegebene Pumpe. Zwei langhalsige Behälter D und E, Fig. 738, vereinigen sich an ihren oberen Enden zu einer gemeinschaftlichen Ventilkammer, in welcher ein

[55]) Dingler polyt. Journal. Bd. 210. S. 101; Bd. 225. S. 102. — Glückauf. Essen 1876. No. 44. 45. 46; Jhrg. 1878. No. 12. — The Mining Journal. London. Vol. 46. p. 817. 822. 836. — Revue universelle des mines etc. Paris. t. 35. p. 207. — Der Berggeist. Köln 1876. S. 365. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 494. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 22. p. 407. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 186. — Wochenschrift desselben Vereins. Berlin 1877. S. 93. 131. 277.

metallenes Kugelventil C oscillirt, um abwechselnd die Mündung des einen und anderen Behälters abzusperren, und den von oben einströmenden Dampf von der einen oder anderen Kammer abzuschliessen. Das zu hebende Wasser gelangt durch das Saugrohr B in die Ventilkammer F und aus dieser durch kreisrunde Oeffnungen, welche durch Kugelventile geschlossen sind, abwechselnd nach D und E. An diese Kammern schliesst sich das gemeinschaftliche (durch punktirte Linien angedeutete) Steigrohr A. Den Uebergang zum letzteren vermittelt eine Ventilkammer, worin eine Kugel zwischen zwei kreisförmigen Ventilsitzen oscillirt und das Wasser abwechselnd in das Steigrohr strömen lässt. An dem Boden des Behälters befinden sich mit Thüren verschlossene Oeffnungen, um zu den Ventilen gelangen zu können. Der ganze Apparat ist in einem Stücke gegossen. In der Darstellung der Figur befindet sich die Kugel C auf ihrem Sitz zur rechten Hand, so dass dem zuströmenden Dampf der Behälter E verschlossen ist, er vielmehr nach D eintreten muss, welcher in diesem Augenblicke mit Wasser erfüllt ist. Dieses wird durch den Dampf allmälig abwärts und durch das unten angebrachte Kugelventil in die Ventilkammer des Steigrohrs gedrückt, deren Kugel nach rechts fällt. In dem Maasse, als das Wasserniveau in D fällt, dehnt sich der Dampf in Folge der Form des Behälters allmälig aus, so dass die Senkung des Wasserspiegels ruhig vor sich geht, bis derselbe die Ausströmungsöffnung erreicht. In diesem Augenblicke entsteht eine stürmische Bewegung; das kalte Wasser kommt plötzlich mit dem Dampf in Berührung und condensirt diesen, so dass sich in der Kammer D ein luftleerer Raum bildet. In demselben Augenblick fällt die Kugel C vermöge des auf sie ausgeübten Druckes nach links, verschliesst die Kammer D und öffnet dem Dampf den Zutritt zur Kammer E; ebenso fällt die Kugel in der Ventilkammer des Steigrohrs nach links und hindert dem Wasser den Rücktritt; zugleich wird das untere Kugelventil durch die unter dem atmosphärischen Druck im Saugrohre B aufsteigende und dem Vacuum in D zustrebende Wassersäule aufgestossen. Zur Milderung des Stosses dient die Vacuumkammer G, welche durch eine in der Figur nicht dargestellte Passage mit der Ventilkammer F in Verbindung steht. So oft in der Kammer G eine Luftverdünnung eintritt d. h. bei jedem „Pulsschlag" des Apparats öffnet sich ein kleines, in dieselbe geschraubtes Luftventil nach Innen und lässt Luft eintreten, deren Quantum durch eine Schraube regulirt werden kann. Sobald die Kugel C den Sitz links eingenommen hat, wiederholt sich der ganze Vorgang in der Kammer E, so dass die Leistungen einer doppelt wirkenden Pumpe hergestellt sind. Der Apparat wird durch die Wilhelmshütte in Sprottau in verschiedenen Grössen hergestellt, und es scheint sich ein ausgedehnter Gebrauch des Apparats, welcher leicht zu handhaben ist, jedes Gestänges entbehrt, ohne Zwischengeschirr arbeitet und nur mit leichten Dampfzuleitungs- und Wassersteigeröhren zu versehen ist, beim Bergbau vorzubereiten. Ein grösseres Exemplar, welches 2,300 Meter hoch,

1,75 Meter breit und 1,10 Meter tief ist, vermag 1900 Liter Wasser 31,385 Meter hoch in der Minute bei 4 Atmosphären Dampfdruck zu heben und eignet sich um so mehr zum Gebrauch beim Abteufen von Schächten, als der Apparat auch bei unreinen Wassern völlig sicher functionirt. Dagegen dürfte es unzweifelhaft sein, dass, wie in allen Fällen directer Dampfwirkung, so auch hier der Dampfverbrauch sich sehr hoch herausstellen dürfte; derselbe wird 2 bis 3 Mal grösser als bei einer gewöhnlichen Dampfpumpe geschätzt, so dass sich die Betriebskosten, namentlich der Kohlenverbrauch verhältnissmässig sehr hoch herausstellen, weshalb man den Apparat vorzugsweise da angewendet findet, wo es auf Einfachheit der Anlage und Leichtigkeit der Aufstellung und Inbetriebsetzung ankommt, während billiges Brennmaterial die hohen Betriebskosten nicht zu fühlbar macht[56]).

Bei den weiteren Versuchen hat man sich genöthigt gesehen, die Kugelventile, welche nicht regelmässig functioniren, abzuwerfen und durch verschiedene andere Ventileinrichtungen zu ersetzen; namentlich sind es Gummiventile, welche der Erfinder für einen exacten und ruhigen Gang geeignet gefunden hat und jetzt fast überall verwendet, sie sind, eben so wie ihre Sitze, leicht zugänglich und auszuwechseln[57]). Auch als Dampfeinströmungsventil wird dann statt der Kugel eine broncene konische Ventilplatte angewendet. Doch empfiehlt es sich zur Förderung von unreinen, öligen und schmierigen Flüssigkeiten bei den Kugelventilen stehen zu bleiben. — Die Saughöhe des Pulsometers[58]) ist beschränkt und abhängig von dem Vacuum, welches durch die Condensation des Dampfes bewirkt wird, nachdem derselbe seine Druckwirkung ausgeübt hat; man wird sie in der Regel zwischen 2 und 4 Meter zu nehmen haben, bei Ueberschreitung der günstigsten Saughöhe wird das Wasser zu langsam in den Apparat gelangen, die Condensation wird verzögert und dadurch die Zahl der Pulsationen vermindert, das Vacuum verliert an Saugwirkung, so dass das durch die einzelne Pulsation gehobene Wasserquantum gering und der Effect ungünstig wird, ausserdem wird das Wasser und der ganze Apparat zu heiss, wodurch wiederum die Condensation verringert wird und der Apparat bald zum Stillstand kommt. Auch die Druckhöhe ist eine beschränkte und wird zweckmässig zwischen 24 und 30 Meter liegen, wobei die Dampfspannung im Kessel zu 4 Atmosphären zu bemessen ist. Wollte man höher gespannten Dampf anwenden, so würde man zu viel Wärme und zu viel Dampfgewicht zuführen, wodurch wieder die Condensation und dadurch der Effect einer Pulsation, so wie die Zahl der Pulsationen, also der Gesammteffect beeinträchtigt wird. Durch die Beschränkung der Druck-

---

[56]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 76. 375. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 129.

[57]) Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 2. S. 43.

[58]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 233. 382.

höhe ist überhaupt die Anwendbarkeit des Apparat's beschränkt, doch wird man mehre Apparate übereinander wirken lassen können, deren einer dem anderen zuhebt, wenn auch die Zahl nicht über drei wird ausgedehnt werden dürfen. — Sehr eingehend hat sich Schaltebrand mit der Wirkungsweise und dem Effect des Apparats beschäftigt und seine Erfahrungen und Ermittelungen in den unten angegebenen Quellen theils selbst niedergelegt, theils sind sie von Anderen verarbeitet worden[59]). — Der Apparat wird in verschiedenen Grössen nach 15 Nummern angefertigt, deren Leistung in der Minute bei einer Gesammtförderhöhe von beispielsweise 20 Meter von 25 bis 7200 Liter Wasser steigt, bei 30 Meter Förderhöhe von 12 bis 5000 Liter. — Die Anwendung erfolgt zu vielen Zwecken, so znr Bewässerung und Trockenlegung bei der Landwirthschaft, zum Auspumpen von Baugruben[60]), als Dampfkesselspeisung, in verschiedenen Zweigen der Industrie, bei der Aufbereitung von Erzen und Steinkohlen, auf Wasserstationen der Eisenbahnen[61]), überall da, wo die nutzbare Höhe die oben angegebene Gränze nicht überschreitet, also namentlich auch beim Abteufen von Schächten, wo man den Pulsometer, im Flaschenzuge hängend, als Senkpumpe verwenden kann und den oberen, fest eingebauten Pumpen zuheben lässt. Speciell von der Anwendung des Pulsometers beim Bergbau mag erwähnt sein, dass man auf der Rubengrube bei Neurode befriedigende Resultate nicht erzielte[62]). Es standen daselbst 2 Apparate No. 9 übereinander, welche durch 3 Cornwallkessel mit Dampf von 4 Atmosphären Ueberdruck versorgt wurden; die Saughöhe jedes Apparats betrug 5 Meter, der untere Apparat hatte eine Druckhöhe von 12 Meter, der obere von 17 Meter; bei einer Steigrohrweite von 120 Millimeter sollten 3,9 Kubikmeter Wasser in der Minute gehoben werden, wobei der Dampfverbrauch unverhältnissmässig hoch war und die Ventile unregelmässig functionirten; man beseitigte zwar den unsicheren Gang, erzielte aber dennoch keine bessere Leistung. Viel günstiger sind die Resultate, welche von der Braunkohlengrube Hermania bei Reichenwalde berichtet werden, wo anfänglich ein Pulsometer No. 4 auch nicht genügte, später aber No. 7 und 9 völlig befriedigten[63]). Auf der fiskalischen Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz in

---

[59]) Schaltebrand: der Pulsometer. Berlin 1877. — Schaltebrand in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 113. — Wochenschrift desselben Vereins. Berlin 1877. S. 278. 309. 326. 332. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1879. S. 475. 487. 503. 513.

[60]) Engineering. London. Vol. 25. p. 500.

[61]) Archiv für Eisenbahnwesen. Berlin 1879. S. 109.

[62]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 235.

[63]) Eichler: die Anwendung der Pulsometer (C. Henry Hall Patent) beim Wasserhaltungsbetriebe auf Adolfschacht der Braunkohlengrube Hermania bei Reichenwalde. Berlin 1878. — Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Berlin. Bd. 2. S. 257. 309. 350. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 144.

Oberschlesien[64]) hat man den Apparat sowohl beim Schachtabteufen, wie bei der Wäsche in Betrieb genommen und ist von den erzielten Resultaten befriedigt, zumal dem grossen Dampf-, beziehungsweise Kohlenverbrauch durch den Fortfall der Kosten für Liderungs- und Schmiermaterialien, so wie durch verhältnissmässig geringe Anschaffungs-, Installirungs- und Reparaturkosten das Gleichgewicht gehalten wird. Auf der Galmeigrube neue Helene in Oberschlesien hatte man in der Wäsche einen Pulsometer aufgestellt, denselben aber wegen grossen Kohlenverbrauchs und unregelmässigen Ganges wieder abgeworfen. — In Ajka[65]) war der 45 Meter tiefe Maschinenschacht, auf dessen Sohle 2 unterirdische direct wirkende Maschinen standen, bei einem Zufluss von 3000 Liter in der Minute ersoffen; man wählte zur Sümpfung einen Pulsometer No. 12 mit einer angeblichen Leistungsfähigkeit von 3000 Liter und zwei No. 10 von je 1400 Liter, welche in Ketten, beziehungsweise am Förderseile hängend einander zuhoben und allmälig gesenkt wurden; die Sümpfung war in etwa 30 Tagen nach Beginn der Arbeit erreicht und konnten die unterirdischen Maschinen wieder angelassen werden. Man beobachtete auch hier, wie an anderen Orten die grösste Leistung bei geringen Saughöhen. No. 12 lieferte bei 22,5 Meter Druck- und 1,5 Meter Saughöhe 2200 Liter in der Minute, bei derselben Druckhöhe und 5 Meter Saughöhe nur 1200 Liter; No. 10 leistete am meisten bei 14,5 Meter Förderhöhe und 0,5 Meter Saughöhe, nämlich 1500 Liter, welche sehr beträchtlich herabgingen, wenn die Saughöhe auf 4,5 Meter gesteigert wurde; bei der grössten Förderhöhe von 29 Meter und einer Saughöhe von 2 Meter leistete No. 10 noch 1200 Liter in der Minute. Die Zunahme der Temperatur des Wassers war nur unmerklich; die Zahl der Pulsationen schwankte zwischen 40 und 45 in der Minute. Im Uebrigen machten sich auch hier die überall wahrgenommenen Mängel des grossen Dampfverbrauchs geltend, während die rasche Hilfe, welche man durch den Apparat erreichte, sehr zu statten kam. — Auf der Friedrichsgrube in Oberschlesien[66]) vertauschte man No. 11 gegen No. 12, welcher bei 40 Pulsationen in der Minute, einer Gesammthubhöhe von 9,5 Meter und einer Leistung von 23 Liter Wasser mittelst einer Pulsation eine Kohlenersparniss von 38 Procent in der Stunde und von 42,8 Procent auf die Stundenpferdekraft herbeiführte, was auf eine Verbesserung in der Condensation des Dampfes durch Anbringung von zwei Einspritzöffnungen zurückzuführen ist.

Veränderungen in den Umsteuerungsvorrichtungen sind zahlreich vorgeschlagen und patentirt worden[66a]).

---

[64]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26 B. S. 375; Bd. 27 B. S. 268. 269.

[65]) Der Berggeist. Köln 1880. S. 197.

[66]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 253.

[66a]) Dingler polyt. Journal. Bd. 243. S. 277. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1883. S. 48.

g. Pumpen.[67])

Pumpe ist der allgemeine Ausdruck für Maschinen, bei welchen die Hebung der Flüssigkeit mit Hilfe eines Kolbens innerhalb eines Rohres erfolgt.

Man unterscheidet einfach wirkende und doppelt wirkende Pumpen; bei den ersteren erfolgt der Ausguss des Wassers nur bei Zurücklegung des einseitigen Weges des Kolbens, bei den anderen bei der Bewegung des Kolbens nach beiden Richtungen, im ersten Falle findet also ein stossweiser, im anderen ein continuirlicher Ausfluss statt.

Als wesentliche Theile hat man bei den Pumpen hervorzuheben: die arbeitenden Theile, nämlich den Pumpencylinder (Pumpenstiefel oder Kolbenrohr) mit dem Kolben, die Saugröhren, die Steigröhren und die Ventile. Je nach der Einmündung der Steigröhren in das Kolbenrohr hat man verschiedenartige Pumpen: Hubpumpen, bei welchen das Steigrohr über dem Kolben einmündet, also das Wasser durch den Kolben bei dessen Aufgang gehoben wird, Druckpumpen, bei welchen umgekehrt das Steigrohr unter dem Kolben mündet und durch diesen das Wasser fortgedrückt wird; ist gar keine oder nur eine sehr kurze Steigröhre vorhanden, so hat man die Saugpumpe, mit welcher dann bei Bergwerksanlagen in der Regel die Hubpumpe in Verbindung gebracht wird. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Saug- und Druckpumpe besteht darin, dass die Saugpumpe einen hohlen mit Klappen versehenen Kolben, die Druckpumpe einen völlig geschlossenen Kolben hat, ferner darin, dass die Saugpumpe saugt, während das Wasser ausgegossen wird, die Druckpumpe abwechselnd saugt und ausgiesst; die Saugpumpe hat als Durchlässe ein Saugventil und den mit Klappen versehenen Kolben, die Druckpumpe ein Saug- und ein Steigventil. In der Regel wirkt die Saugpumpe ausgiessend beim Anheben, die Druckpumpe beim Niedergehen, was aber nicht nothwendig ist, da auch Druckpumpen beim Anheben ausgiessend construirt werden, welche von Ponson fälschlich zu den Hubpumpen gezählt sind. Bei den Druckpumpen unterscheidet man noch solche, bei welchen der Kolben dicht an die Wandung des Pumpenstiefels anschliesst und solche, bei denen dies nicht der Fall ist, die letzteren Kolben nennt man Taucherkolben (Mönchskolben, Plunger).

Die Hubpumpe steht in der Regel mit der Saugpumpe in Verbindung, man hat sie aber auch mit der Druckpumpe combinirt und dadurch den continuirlichen Ausfluss, die doppeltwirkende Pumpe hergestellt, welche bisher nur selten beim Bergbau angewendet wurde, aber in neuerer Zeit auch in Westfalen und Oberschlesien Aufnahme findet, während man sich ihrer in Oesterreich schon früher bediente; hierher gehören auch die Mönchs-

---

[67]) Weisbach a. a. O. S. 844. — G. Hoelder: Fortschritte in der Construction der Pumpen. Weimar 1867. — J. R. v. Hauer a. a. O. S. 3.

kolben- Hub- und Druckpumpe von Rittinger und die Perspectivpumpe von Althans.

In der Pumpeneinrichtung hat man niedrige und hohe Sätze zu unterscheiden; bei Druckpumpen finden sich stets hohe Sätze angewendet, sie werden auch auf Erzgruben mehr und mehr herrschend, während sie auf Steinkohlengruben fast ausschliesslich gebraucht werden.

1. Saug- und Hubpumpe.

Die Saug- und Hubpumpe besteht aus dem Saugrohr, dem Ventilkasten (Ventilstück) mit dem Saugventil und dem Kolbenrohr mit dem Kolben; hierzu treten bei hohen Sätzen, also bei der eigentlichen Hubpumpe der Liderkasten, die Aufsatz- oder Steigeröhren und bei niedrigen, wie hohen Sätzen die Ausgussstücke; statt Ventil- und Liderkasten findet sich wohl der Ausdruck Ventil- und Liderkammer.

Im Allgemeinen haben alle genannten Stücke ein und dieselbe Achse, doch kommt es auch vor, dass das Saugrohr gebogen ist, sei es um aus einem seitwärts des Schachtes befindlichen Reservoir (Sumpf) zu saugen, sei es um zu vermeiden, dass die Pumpe direct auf der Sohle des Schachtes aufsteht, wo man dann nur den Ventilkasten auf ein Lager aufsitzen lässt. Sehr selten findet sich eine Abweichung von der Achse in den Steigröhren, indem man dann dieselben seitwärts vom Kolbenrohr abgehen lässt, wo das Kolbenrohr mit einem besonderen Deckel verschlossen und in diesem eine Stopfbüchse für die Kolbenstange angebracht sein muss.

aa. Das Kolbenrohr.

Die Kolbenrohre bestehen jetzt überwiegend, auch bei niedrigen Sätzen, aus Gusseisen und werden im Innern ausgebohrt, was zur Erreichung eines dichten Schliessens des Kolbens unerlässlich ist. Von anderer Seite wird zwar behauptet, dass es besser sei, die harte Gusshaut zu belassen, weil ausgebohrte Röhren sich leichter ausschleifen und auch bei gutem Kernguss genügende Glätte erreicht werde, doch scheinen diese Behauptungen nicht begründet. Aus ähnlichen Ursachen hat man zum Guss weisses Roheisen empfohlen, namentlich beim Vorhandensein saurer Wasser, doch ist hier ein guter glatter Guss sehr schwierig.

Bei geringem Durchmesser und nicht grosser Druckhöhe giesst man die Kolbenrohre aussen glatt, in den meisten Fällen aber stellt man sie mit Verstärkungsringen her: immer giebt man ihnen an beiden Enden vorspringende Kränze, nöthigenfalls mit Verstärkungsrippen, um sie mit den übrigen Theilen der Pumpe verbinden zu können.

Die Länge des Kolbenrohrs darf nicht viel grösser, als der Hub sein, weil sich das Rohr auf dem Kolbenwege immerhin nach und nach ausschleift und in dem nicht vom Kolben berührten Theile sich Rost ansetzt, wodurch das Herausziehen des Kolbens Behufs der Liderung behindert wird.

Zum Schutz der Kolbenrohre gegen saure und salzige Wasser werden verschiedene Mittel angewendet. Bei sauren Wassern findet man hölzerne Kolbenrohre, welche sonst nur noch bei Handpumpen vorkommen; am besten wählt man hierzu Ahorn, auch wohl Eichen oder Buchen. Man legt die Röhre eine Zeit lang in einen feuchtwarmen Keller, wo eine Art Zersetzung stattfindet, welche sich durch Schimmel an der Oberfläche kundgiebt, dann putzt man sie ab und bewahrt sie bis zum Gebrauch an einem feuchtkalten Ort auf, wodurch man erreicht, dass sich während des Betriebes durch die Bewegung des Kolbens keine Spähne abziehen. Man findet auch wohl luttenförmige, viereckige Rohre aus vier hölzernen Pfosten zusammengesetzt; man trichtert die Lutte oben aus, um den Kolben leichter ein- und ausbringen zu können.

In England füttert man die eisernen Kolbenrohre (auch die Steigröhren) mit Dauben aus Tannenholz von 0,015 Meter Dicke und 0,05 bis 0,08 Meter Breite aus; die beiden letzten Dauben sind keilförmig bearbeitet und werden von entgegengesetzten Seiten eingetrieben.

Zu Huëlgoat hat Juncker in sämmtliche eiserne Röhren eine Auflösung von gekochtem Leinöl mit Bleitglätte unter starkem Druck eingetrieben; nach Combes soll ein solches Rohr nach 3 Jahren noch keine Spuren der Anfressung gezeigt haben; man kam darauf, indem man das Fallenlassen von Wasser durch die Poren des Gusseisens verhindern wollte, was auch vollständig gelungen ist. — Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit Kolben- und Aufsatzrohre auf der äusseren und inneren Seite zum Schutze gegen saure Wasser mit Bernsteinlack bestrichen.

Auch hat man zum Schutze der eisernen Kolbenrohre in Schlesien wohl Kupferhülsen von 5 Millimeter Stärke angewendet; den Raum zwischen Rohr und Hülse hat man oben und unten mit Zinn, unten ausserdem mit Pech ausgegossen. Diese Einrichtung hat sich auch zu Stassfurt bei salzigen Wassern bewährt, wo man ein 21 Centimeter weites Rohr durch das Futter auf $20^1/_4$ Centimeter verengte.

Am Besten, aber auch am Kostspieligsten ist in solchem Falle das Kolbenrohr aus Geschützmetall oder Bronze zu fertigen, so wie zum Heben von Soole überhaupt Rohre von Rothkupfer am zweckmässigsten sind, obwohl sie wegen ihres hohen Preises nicht häufig zur Anwendung kommen; neuerdings bedient man sich hierzu mit Vortheil der gezogenen Messingrohre, wie bei Locomotiven, was jedoch nur für kleine Pumpen statthaft ist. Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man das Kolbenrohr, so wie Plungerkolben und Ventilkasten bei einem neuen 167 Meter hohen Satz zum Schutze gegen saure Wasser ganz aus Metall hergestellt.

Man hat zum Armiren gusseiserner Rohre in Ungarn statt des Kupfers auch Zink gewählt, was sich indess nicht bewährt hat.

Derselbe Gegenstand wird unten bei den Aufsatzröhren nochmals berührt werden.

bb. **Das Saugrohr.**

Das Saugrohr (Ansteckrohr, Kielstück) ist bei niedrigen Sätzen aus Holz, welches zur grösseren Haltbarkeit mit eisernen Ringen, etwa in Entfernungen von je 1,33 Meter gebunden wird; die hölzernen Röhren halten jedoch nicht ganz luftdicht, weil das Holz durchlässt. Die einzelnen Röhren werden durch Einschnäuzen, Fig. 739, verbunden, wobei man den Wechsel mittelst Hanf dichtet und ausserdem noch Letten darüber streicht; durch Vorhalten eines Lichtes kann man sich überzeugen, ob die Dichtung luftdicht erfolgt ist. Die Sicherung der Verbindung durch Einschlagen von Klammern wie b, ist nicht zu empfehlen, weil dadurch das Holz im Innern beschädigt wird und Undichtigkeiten entstehen. Wenn unreine Wasser zu heben sind, so bringt man unten am Saugrohr durchlöchertes Eisenblech an, wodurch die gröberen Verunreinigungen abgehalten werden.

Bei hohen Pumpensätzen wird auch das Saugrohr aus Gusseisen gefertigt und unten mit einem Saugkorb versehen, welcher gewölbt, Fig. 740,

Fig. 739.

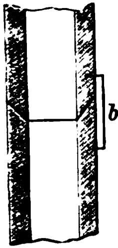


Fig. 740.

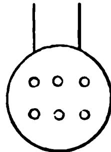


Fig. 741.

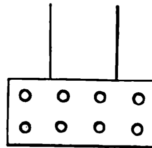


Fig. 742.



ist, wenn die Pumpe frei hängt, cylinderisch, Fig. 741, wenn sie aufsteht; gern giebt man dem Saugkorb einen grösseren Durchmesser, als dem Rohr, damit man die Summe der Oeffnungen im Korbe dem Querschnitt des Saugrohrs annähernd gleich machen kann; bei Abteufungspumpen setzt man das Saugrohr ausserdem wohl noch in einen geflochtenen Korb. Auf der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien hat man nach englischem Muster dem Saugkorb eine umgekehrt birnförmige Gestalt, Fig. 742, gegeben, damit derselbe mit einer möglichst geringen Fläche auf der Schachtscheibe aufruht und den Arbeiten zum Weiterabteufen die wenigsten Hindernisse darbietet.

Das Saugrohr bekommt in der Regel einen geringeren Durchmesser, als das Kolbenrohr, damit das Wasser rasch aufsteigt; wenn der Motor ein Wasserrad ist, so giebt man dem hölzernen Saugrohr $^{2}/_{5}$ des Durchmessers vom Kolbenrohr, dem eisernen $^{1}/_{2}$, bei schnellgehenden Wassersäulenmaschinen dem letzteren $^{3}/_{5}$, bei Dampfmaschinen $^{3}/_{4}$.

Die Länge des Saugrohrs lässt man bei hohen Pumpensätzen nicht viel über 4 bis 6 Meter betragen, höchstens darf man so viel geben, dass beim höchsten Stande des Kolbens von diesem zum Wasserspiegel die Entfernung 7,846 Meter beträgt. Bei niedrigen Sätzen nimmt man wohl als Regel an, dass die ganze Höhe 12 b trägt, wo b den mittleren Barometerstand des Ortes bedeutet.

Als Versuch dürfte zu erwähnen sein, dass man auf Saarbrücker Gruben, namentlich beim Betriebe einfallender Strecken, Saugrohre aus Guttapercha[68]) anwendete, welche sich wegen ihrer Biegsamkeit sehr bequem zeigen und auch bei Abteufungspumpen, von denen später zu sprechen ist, zur Benutzung gelangt sind. Zu gleichem Zweck hat man z. B. auf der Steinkohlengrube Hansa bei Dortmund[69]) 26 Centimeter weite Saugröhren aus Zinkblech verwendet; an anderen Orten findet sich Eisenblech, sogar Rothkupfer.

cc. Verbindung des Saugrohrs mit dem Kolbenrohr.

Die Verbindung des Saugrohrs mit dem Kolbenrohr erfolgt am einfachsten unmittelbar bei niedrigen Sätzen, wenn die ganze Pumpe aus Holzröhren besteht, z. B. bei Handpumpen, bei welchen auch wohl der Ausguss

Fig. 743.

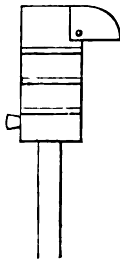


Fig. 744.

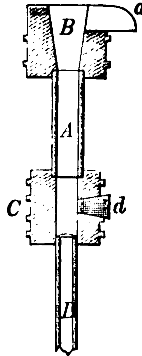
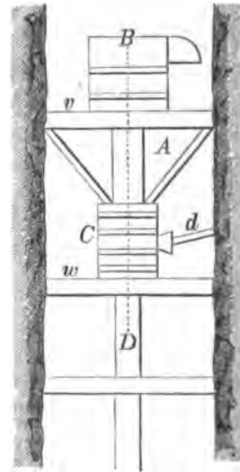


Fig. 745.



mit dem Kolbenrohr ein Stück bildet; über dem Saugventil ist im Kolbenrohr ein Spund, Fig. 743, angebracht, welcher geöffnet wird, wenn man zum Ventil gelangen will.

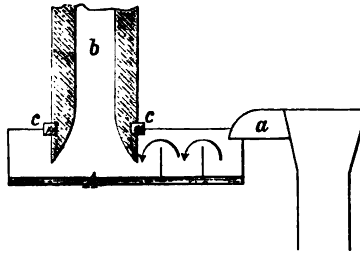
Hat man ein eisernes Kolbenrohr, A, Fig. 744 und 745, so wird dasselbe mit dem hölzernen Saugrohr D durch einen cylinderförmigen Kasten

[68]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2 A. S. 364.

[69]) Ebenda. Bd. 7 B. S. 198.

oder ein Fass C verbunden, auch das obere Satzstück B wird fassartig hergestellt und ausgetrichtert, um den Kolben bequem einbringen zu können. Das Kolbenrohr keilt man in das Mittelstück ein, indem man die Keile in das ganze Holz setzt. Der Spund d steht entgegengesetzt von der Seite, auf welcher das hier immer in einer Lederklappe bestehende Ventil ange-

Fig. 746.



nagelt wird; derselbe wird durch eiserne Bügel gehalten, nöthigenfalls mit Spreizen abgesteift. Das Verbindungsstück ruht auf den Schachthölzern w und wird gegen die Hölzer v mittelst Spreizen gestützt.

Zwischen dem Ausguss a in Fig. 746 eines unteren Satzes und dem Kolbenrohr b eines folgenden hat man ein Kunstkästchen (Trog, Sturz) eingeschaltet, welches in der Form von dem Schachte abhängig ist; das Rohr schwebt 16 Centimeter über dem Boden des Kastens und wird ver-

Fig. 747.

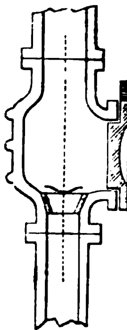


Fig. 748.

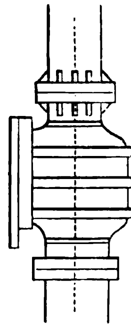
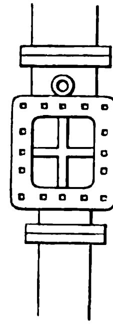


Fig. 749.



möge der Hölzer cc luftdicht in den Deckel des Kastens eingebracht. Lange Kunstkasten sind wünschenswerth, damit sich der Sand absetzt, weshalb man auch wohl zwischen dem Ausguss und dem Rohr Scheidewände anbringt.

Bei hohen Sätzen und überhaupt grossen Pumpen, welche ganz aus Eisen bestehen, bringt man zwischen Saug- und Kolbenrohr einen eisernen Ventilkasten, welcher im Innern einen nach der Art des Ventils verschiedenen Sitz erhält und mit einer Thür verschlossen wird, Fig. 747, 748, 749.

In neuerer Zeit erfolgt der Verschluss mit Vortheil durch Klappen aus Eisenblech, Fig. 750, nach Art wie bei den Mannlöchern der Dampfkessel [70]), welche durch den Bügel und die Schraube fest angezogen werden; die Oeffnung ist elliptisch, um die Klappe bequem einbringen zu können. Der Verschluss ist sehr zweckmässig, sicher und leicht zu handhaben, selbst bei grossen Pumpen.

Die Verbindung des Ventilstücks nach Unten mit dem Saugrohr, nach Oben mit dem Kolbenrohr erfolgt mittelst angegossener Flantschen, wie aus

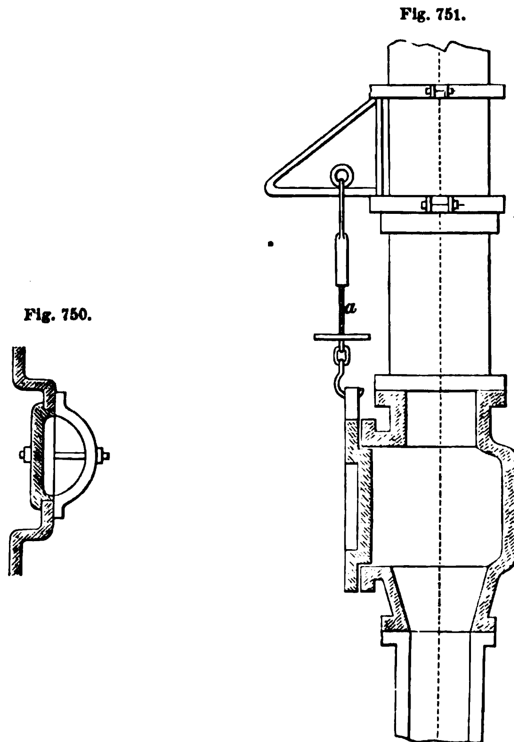


Fig. 751.

Fig. 750.

den Figuren ersichtlich ist, zwischen welche die später zu besprechenden Verdichtungen eingebracht werden.

Auf das Kolbenrohr wird ein ganz ähnlich gestalteter Liderkasten gesetzt, durch welchen man leicht zum Kolben gelangen kann.

Um die Thüren und die Ventilkasten selbst leicht und sicher ausheben zu können, sind bei den Pumpen der Grube Centrum bei Eschweiler [71]) über den Ventilkasten eiserne Laufkrahnen angebracht. Um das Kolbenrohr sind, Fig. 751, zwei eiserne zweitheilige Ringe gelegt, welche

[70]) Jahrbuch des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1860. Bd. 2. S. 99.

[71]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7 A. S. 76.

die Achse eines drehbaren Winkels tragen, dessen unterer Schenkel horizontal ist. Auf diesem Schenkel läuft eine Rolle, welche eine Kette mit einem Haken trägt, mit diesem Haken fasst man in einen an der Ventilkastenthür befindlichen Bolzen, schraubt dann die Kette durch die Schraubenspindel, welche in die Kette eingeschaltet ist, straff, löst die Thüre und kann sie in solcher Weise leicht von ihrem Platze und bei Seite schieben.

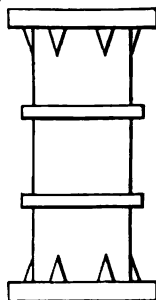
dd. Die Aufsatzröhren.

Die Aufsatzröhren (Steigröhren) können nur bei geringer Höhe aus Holz gefertigt werden, wo man alsdann, wenn das Kolbenrohr aus Eisen besteht, ein fassartiges Verbindungsstück anbringt, wie es vorher zwischen Saug- und Kolbenrohr beschrieben ist.

Besser ist es in allen Fällen und bei hohen Pumpensätzen nothwendig, die Steigröhren aus Eisen zu nehmen. Ueberwiegend ist Gusseisen, wobei die Verbindung der einzelnen Rohrstücke durch angegossene, vorspringende Flantschen erfolgt, welche mit Löchern versehen sind, durch welche Schrauben gezogen werden; zwischen die Flantschen wird Dichtungsmaterial eingelegt, welches beim Anziehen der Schrauben die wasserdichte Verbindung der Röhren bewirkt. Für gewisses Dichtungsmaterial erhalten die Flantschen wohl eingedrehte Riefen, um dasselbe besser haften zu lassen. Selten macht man an den Röhren unten einen über die Flantsche hervortretenden Rand, mit welchem dasselbe in das folgende Rohr hineingesteckt wird. Ausser der Flantschenverbindung kommt auch die Muffenverbindung bei gusseisernen Steigröhren vor, welche sich aber deshalb nicht empfiehlt, weil bei einer etwa nothwendig werdenden Beseitigung eines Rohrs die Lösung der Verbindung sehr schwierig ist.

Zur besseren Haltbarkeit erhalten die Rohre Verstärkungskränze, auch wohl Tragerippen an den Flantschen, Fig. 752. Die Höhe jedes gusseisernen Rohrs nimmt man gewöhnlich 2 Meter, auch wohl 3 Meter, nicht leicht jemals mehr als 4 Meter; die Höhe hängt mit der Stärke zusammen, da man das Rohr nicht schwerer machen darf, als dass es noch durch die Arbeiter regiert werden kann. Bei hohen Sätzen nimmt die Stärke der Rohre nach Oben selbstredend allmälig ab, weil der Druck geringer wird. Die Weite der Aufsatzröhren muss bei Hubpumpen immer grösser, als die des Kolbenrohrs sein, etwa 26 Millimeter, um den Kolben herausziehen zu können, was nur schwierig geschehen könnte, wenn die Aufsatzröhren mit dem Kolbenrohr den gleichen Durchmesser hätten.

Fig. 752.



Neuerdings findet man vielfach Steigröhren aus Eisenblech, welche, wie Dampfkessel genietet werden; die Verbindung erfolgt durch Flantschen, welche aus Winkeleisen oder aus Gusseisen bestehen. Man wendet sie in Längen von 6 Meter, wie auf der Steinkohlengrube Nachtigall in Westfalen,

auch von 10 Meter, wie auf der Steinkohlengrube Holland daselbst, an, was statthaft ist, da sie leichter, als gusseiserne Röhren sind, indem sie geringerer Wandstärke bedürfen, wodurch sich ihr Gebrauch ganz besonders empfiehlt; ihre Anwendung ist aber bedenklich beim Vorhandensein saurer Wasser, durch welches sie sehr leicht angegriffen werden, weshalb man sie auf der Grube Franziska bei Witten innen und aussen zwei bis drei Male mit Mennigfarbe bestrichen hat. Zuerst wandte man sie in Preussen bei grossen tonnlägigen Tiefbauschächten an, jetzt auch in seigeren. Auf der Steinkohlengrube Helene bei Witten hat man einen Satz von 153 Meter Höhe in Röhren von Eisenblech hergestellt, welche einzeln die Länge von 4 bis 6 Meter bei einem lichten Durchmesser von 0,458 Meter haben. Die ganze Pumpe wiegt nur 52500 Kilogramm[72]). Auch für Handpumpen sind sie auf den Gruben bei Saarbrücken statt der gebohrten hölzernen Röhren benutzt worden in einer Weite von 8 Centimeter, das Eisenblech ist hier nicht genietet, sondern mit Kupfer in der Naht gelöthet, die Verbindung erfolgt durch Flantschen mit 2 Schraubenbolzen. Auf dem Steinsalzbergwerk zu Stassfurt hat man Aufsatzröhren aus Eisenblech von 3 Meter Länge mit geschweisster Längsnaht beim Abteufen angewendet, so dass alle Nietköpfe vermieden und die Röhren sehr leicht sind. Dieselben erfordern eine sehr sorgfältige Bearbeitung, namentlich auch in den aus Winkeleisen hergestellten Flantschen[73]).

Auf der Grube Hansa bei Dortmund hatte man beim Abteufen Aufsatzröhren von Zinkblech[74]), welche überhaupt nur bei niedrigen Sätzen zur Anwendung gelangen können; die Verbindung mittelst eiserner Kranzstücke ist nicht zu empfehlen, besser ist die Verbindung mittelst Muffen aus Zinkblech.

Auch Röhren von Asphalt werden als Steigröhren benutzt[75]), doch haben sie sich bisher nur bei sehr geringem Durchmesser und unbedeutender Höhe bewährt, obwohl bereits auf der Pariser Ausstellung i. J. 1867 mehrere Fabriken Asphaltröhren zur Ansicht gebracht hatten[76]).

Das Emailliren der Aufsatzröhren, welches auf der Königsgrube in Oberschlesien bei zwei Röhren versuchsweise zum Schutze gegen saure Wasser zur Anwendung gelangt war, hat sich so vorzüglich bewährt[77]), dass man einen 167 Meter hohen Satz eingebaut hat, in welchem alle Aufsatzröhren emaillirt sind. Die Röhren sind auf der Königlichen Eisengiesserei zu Gleiwitz gegossen und mit Emaille versehen. Die gusseisernen Röhren wurden 2 bis 3 Stunden lang in ein Säurebad zur Entfernung des

---

72) Hauchecorne a. a. O. S. 68.
73) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24 B. S. 154.
74) Ebenda. Bd. 7 B. S. 198.
75) Hauchecorne a. a. O. S. 68.
76) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1867. S. 419.
77) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 368.

Graphits gelegt und dann mit Wasser und Bürsten sorgfältig abgewaschen. Demnächst wird die Grundmasse, bestehend aus 34 Theilen Quarz, 15 Theilen Borax und 2 Theilen kohlensaurem Natron gleichmässig aufgetragen und dann die Röhre in einer Muffel 10 Minuten lang erhitzt, worauf das Rohr abgekühlt und ganz gleichmässig mit der Glasurmasse überzogen wird. Dieselbe besteht aus 34 Theilen Feldspath, 19 Theilen Quarz, 24 Theilen Borax, 16 Theilen Zinnoxyd, 4 Theilen Flussspath, 9 Theilen kohlensaurem Natron, 3 Theilen Salpeter, welche in einem Tiegel zusammengeschmolzen und auf der Mühle unter Zusatz von Wasser zerrieben werden. Das mit der Glasurmasse versehene Rohr wird in der Muffel 20 Minuten lang der Weissglühhitze ausgesetzt; nach dem Herausziehen wird es vor dem Erkalten mit Steinkohlentheer angestrichen. Bei der Druckprobe blieb die Emaille unversehrt, ein Beweis, dass sie sich innig mit dem Eisen verbunden hatte. Auch bei dem Gebrauch hat sich dieser Schutz der Aufsatzröhren völlig bewährt, da die sauren Wasser keinen Einfluss auf die Röhren im Innern gezeigt haben, dagegen haben sie das Aeussere der Röhren so stark angegriffen, dass nach nur 5jähriger Benutzung der Satz hat beseitigt werden müssen. Auch auf dem Hüttenwerk der Prager Eisenindustriegesellschaft zu Kladno in Böhmen hat man emaillirte Pumpenröhren hergestellt[78]). Wenn es indessen nicht gelingt, den durch den früheren Oberberghauptmann Krug von Nidda schon länger zur Anregung gekommenen Plan durchzuführen, den Pumpenröhren auch aussen einen sicheren Schutz gegen saure Wasser, etwa durch Einhüllung in einen Bleimantel, zu gewähren, so kann der kostbare Emailleüberzug der innern Seite der Röhren allein die grössere Dauerhaftigkeit nicht befördern. Röhren von Eisenblech zu emailliren hat sich bei den angestellten Versuchen nicht bewährt, weil Blech wegen seiner glatten Oberfläche sich nicht innig genug mit der Emaille verbindet[79]). — Auf der Königsgrube haben die fortgesetzten Versuche ergeben, dass der Anstrich der Röhren und Pumpentheile mit Bernsteinlack beim Vorhandensein stark saurer Wasser im Innern völlig werthlos ist, da das Eisen 6 bis 9 Millimeter weit angegriffen war, dagegen hat sich bei weniger sauren Wassern, so wie beim Bestreichen der Röhren von Aussen, also da wo eine Strömung des Wassers nicht stattfindet, ein ziemlich günstiger Erfolg gezeigt. — Der Versuch, welchen man auf derselben Grube machte, Pumpenröhren zum Schutze gegen saure Wasser mit Litholid zu bestreichen, ist im Allgemeinen nicht ungünstig ausgefallen, obwohl die Masse nach 6 Wochen leichte Risse zeigte, ohne jedoch ganz durchgeborsten zu sein. Die Masse

---

[78]) Bericht der deutschen Commission für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874. Bd. 1. S. 48. 62.

[79]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 287. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 371. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 475.

wurde von der Dachpappen- und Holzcementfabrik von Zwettels in Breslau geliefert und kostet davon ein Centner 18 Mark[80]).

Die neueste, und wie es scheint sicherste, dabei auch billigste Methode, das Innere der Aufsatzröhren vor den Angriffen der sauren Grubenwasser zu schützen, ist von dem Bergrath Engelhardt in Ibbenbüren in der Anbringung eines Cementanstriches versucht und eingeführt worden[81]). Nach vorhergegangenen, zufriedenstellenden Versuchen ist auf der dortigen Grube ein ganzer 73 Centimeter weiter Drucksatz mit solchem Anstrich versehen worden und hat sich unverändert erhalten, so dass das Verfahren auch in anderen Bergrevieren mit Vortheil bereits eingeführt ist. Engelhardt empfiehlt nur neue, frisch aus der Giesserei kommende Röhren zu bestreichen, sollen alte Röhren bestrichen werden, so ist völlige Beseitigung des Rostes Bedingung des Gelingens. Der Cement wurde, anfänglich ohne Sandzusatz, so dünnflüssig gemacht, als es unbeschadet seiner Bindefähigkeit geschehen kann, was in jedem einzelnen Falle durch Versuche festzustellen ist. Das Rohr wird vor dem Anstriche nass gemacht und der Cement mit einem Pinsel möglichst dünn aufgetragen, worauf man ihn erhärten lässt; nach erfolgter Erhärtung wird der Cement wieder angefeuchtet und der zweite Anstrich aufgebracht; im Ganzen wird das Rohr vier- bis fünfmal bestrichen. Die Ausführung darf nicht bei grosser Hitze oder bei Kälte erfolgen, weil im ersten Falle der Cement zu schnell trocknet, im zweiten Falle die Bindefähigkeit zerstört wird. Nach anderer Mittheilung[82]) wird der Cementüberzug in der Weise bewirkt, dass ein Gemenge von 1 Theil Sand und 1 Theil Bonner Portlandcement in die Pumpenröhre gebracht, diese an beiden Seiten verschlossen und dann auf einer horizontalen Schienenbahn fortgewälzt wird, wobei der Cement an der Röhrenwand haften bleibt. Es würde von höchstem Interesse sein, diesen Ueberzug auch auf der Aussenfläche der Röhren versuchsweise anzuwenden, dem allerdings das entgegenstehen möchte, dass schon bei dem Einbau, aber auch während des Betriebes die Röhren nicht vor Stoss gesichert sind, also der Ueberzug verletzt werden würde, auch würden die Schrauben der Flantschenverbindungen ungeschützt bleiben müssen. — Nachrichtlich mag bemerkt werden, dass die Dichtung mit Cement auf der Königsgrube in Oberschlesien auch bei hölzernen Wasserkästen, welche aus stumpf aneinander gestossenen Bohlen zusammengesetzt sind, angewendet ist; nicht nur die Fugen werden mit Cement verstrichen, sondern auch Boden und

---

[80]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 368. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 231.

[81]) Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 205; Bd. 24 B. S. 154. — Glückauf. Essen 1874. No. 43. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 557. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 438. — Dingler polyt. Journal. Bd. 214. S. 494.

[82]) Glückauf. Essen 1874. No. 51.

Wände damit abgeputzt, wodurch vollkommene Dichtigkeit der Kasten erreicht wird[83]). — Um die Angriffe der eisernen Pumpen durch saure Grubenwasser ganz zu beseitigen, werden auf der Königsgrube in Oberschlesien die Wasser in der Grube vor dem Zutritt zu den Pumpen über gelöschten Kalk geführt und vollkommen entsäuert; zur Abscheidung der sich bildenden Schlämme laufen die Wasser durch ein System von Klärsümpfen, welche von Zeit zu Zeit alternirend gereinigt werden. Die Wasser kommen schlamm- und säurefrei zu Tage[84]).

Die Dichtung in den Fugen zwischen den Kränzen je zweier Rohre erfolgt in dreifacher Weise, entweder durch feste, übrigens elastische Zwischenmittel, wofür man in den meisten Fällen an beiden Kränzen einen geringen Vorsprung mit eingedrehten Riefen giebt, oder durch Kitt, wo man die Kränze ab- und ein wenig eindreht, oder indem man die Kränze glatt abdreht, stumpf auf einander stossen lässt und nur etwas geklopften Mennigekitt zwischenbringt. Man hat eiserne, scheibenförmige Ringe mit Hanf oder Flanell umwickelt oder auch mit Mennigekitt bestrichen, ferner derartige Ringe aus Blei mit Flanell umwickelt, welcher in Theer getränkt ist, wie auf den Gruben Hibernia und Shamrock in Westfalen; Ringe aus Guttapercha, welche vor dem Einlegen in heissem Wasser erweicht werden, hat man auf westfälischen Gruben; in Schlesien dreht man 20 Millimeter starke Schnüre aus Guttapercha und legt sie in Furchen, welche in die Kränze eingedreht sind. Die Verwendung von Gummiringen und Gummiplatten zur Dichtung ist inzwischen ganz allgemein geworden. Bei dem Wasserhebungswerk in Hamburg hat man Ringe aus Sohlleder benutzt, welches nur etwa den dritten Theil wie Guttapercha, Hanf oder Kautschuck kostet; auch zur Dichtung der Thüren an Liderkästen ist in Westfalen Sohlleder verwendet. Vulkanisirter Kautschuck findet sich häufig zu Dichtungsringen benutzt, der Ring muss dann aber im Ganzen aus einer Platte geschnitten oder segmentartig zusammengesetzt, nicht aus schmalen Streifen zusammengelegt werden; auf den Gruben bei Halberstadt legt man den 5 Millimeter starken Ring in eine Vertiefung, welcher eine Erhöhung an der folgenden Röhre entspricht, wodurch das Herausspringen des Ringes verhütet werden soll; auf den Gruben bei Waldenburg macht man diese Ringe 1 Millimeter dick, wenn die Kränze glatt abgedreht und abgefeilt sind, $6^1/_2$ Millimeter stark bei rauhen Flächen der Kränze. Auch an Liderthüren findet sich dieses Dichtungsmaterial. Kränze von Blei hat man auch ohne alle weichen Stoffe, höchstens mit etwas Mennigekitt belegt; ebenso hat man die Ringe lediglich aus Kupfer[85])

[83]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 231.

[84]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 250. — Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1883. S. 121.

[85]) Die Druckpumpe auf der Steinkohlengrube Zollverein in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1 B. S. 197.

auf der Steinkohlengrube Zollverein in Westfalen. Mit Leinwand umwickelt und mit Mennigekitt belegt hat man Kupferringe auf den Gruben Roland, Concordia u. a. m. $1^2/_3$ bis $2^1/_8$ Millimeter stark, 33 bis 39 Millimeter breit in eine $2^2/_3$ Millimeter tiefe Nute eingelegt; auf der Grube Wolfsbank macht man sie $2^2/_3$ bis $3^1/_4$ Millimeter dick und bestreicht sie mit Mennigekitt, darüber und darunter legt man Leinwandscheiben, welche mit Leinöl und Mennige getränkt sind. Der Pappscheiben, welche von Steinkohlentheer durchzogen sind, bedient man sich bei den Handpumpen auf den Gruben bei Saarbrücken. Auf Silbersegener Schacht und zu Huëlgoat hat man dünne Büchsen von Rothkupfer, welche zwischen je zwei Röhren eingefügt werden, auch am Harz finden sie sich, wo sie mit einigen Fäden von Hanf umwickelt sind, welcher mit einem Kitt getränkt ist, der aus an der Luft zerfallendem Kalk, gekochtem Leinöl mit Bleiglätte, gehacktem Hanf besteht, tüchtig durchgestampft und beim Gebrauch mit der Hand aufgeknetet wird. — Auf den Zinkerzgruben bei Iserlohn verwendet man statt Mennige zum Dichtungskitt Zinkgrau, welches ebenso wie Mennige mit gekochtem Leinöl gemengt und durchgerieben wird, bis die Masse einen compacten Brei bildet; als Liderungsringe werden Hanfflechten benutzt. Das Zinkgrau trocknet langsamer, als Mennige, steht aber sonst diesem nicht nach und ist erheblich billiger[86]). — Bleiringe wendet man in der Weise an, dass man die Stossfuge schräg und treppenförmig schneidet und die Flantschenflächen der Röhren mit Vertiefungen versieht, in welche sich der Bleiring beim Anziehen der Flantschenschrauben eindrückt und den Abschluss bewirkt[87]). — Auf der Grube Altstaden bei Mühlheim a. d. Ruhr hat man die häufig undicht werdenden Verbindungsstellen der Röhren dadurch zu dichten gesucht, dass man Cement eingegossen hat und soll anscheinend einen günstigen Erfolg erzielt haben[88]), was mit den Erfolgen Engelhardt's beim Anstrich der Röhren im Innern übereinstimmen würde. Als neues Dichtungsmaterial wird der von Wilh. Brand in Paris im Namen des Erfinders vertretene Lederfilz sehr empfohlen, welcher sich zu jeder Art von Dichtung eignen und sehr leicht zu bearbeiten sein, auch dadurch Vortheile gewähren soll, dass Abfälle wieder benutzbar sind[89]).

Das Probiren der Röhren mittelst der hydraulischen Presse vor dem Gebrauch sollte niemals versäumt werden. Dabei presst Juncker in Huëlgoat Leinölfirniss ein, um das Durchsickern der Wasser durch die Poren der Röhren zu verhindern, was gleichzeitig gut zum Schutz gegen saure Wasser ist.

---

[86]) Hauchecorne a. a. O.
[87]) Dingler polyt. Journal. Bd. 196. S. 298.
[88]) Hauchecorne a. a. O.
[89]) Glückauf. Essen 1876. No. 12.

εε. Ventile.

Die Ventile für Saug- und Hubpumpen finden zum grossen Theil auch Anwendung bei Druckpumpen, so dass das, was hier hervorzuheben ist, auch für diese passt.

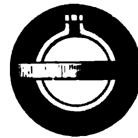
In Bezug auf die Grösse der Ventile ist zu bemerken, dass der freie Durchgangsquerschnitt des Ventils womöglich gleich dem des Zuführungsrohres sein soll; er kann wohl grösser sein, nie aber sollte er kleiner sein, wenn man Stösse und Schläge in der Pumpe vermeiden will[90]). In dieser Beziehung muss ein praktischer Fall erwähnt werden, wo der Mangel in der Uebereinstimmung der Dimensionen schädlich wurde. Auf dem Altenberg bei Moresnet war bei einer Schachtpumpe der Durchmesser des Saugventils, 0,461 Meter, des Druckventils 0,510 Meter, des Plungers 0,562 Meter; schon bei 6 Hüben in der Minute war die Haltbarkeit der Ventile durch deren heftiges Aufschlagen gefährdet. Man verringerte deshalb den Plungerdurchmesser auf 0,523 Meter und konnte die Zahl der Hübe auf 9 in der Minute erhöhen und erzielte trotz des geringeren Plungerdurchmessers eine höhere Leistung der Pumpe[91]).

Es lassen sich unterscheiden: Klappenventile, konische und sphärische Ventile, diesen sich nahe anschliessend Tellerventile, Haubenventile oder Ventile mit doppeltem Sitz, Trichterventile combinirt mit Kegelventilen, Kolbenventile, zusammengesetzte Ventile.

α. Klappenventile.

Die einfachste und gewöhnlichste Form der Ventile bilden die Klappenventile. Dieselben bestehen in einfachster Weise aus einer Lederscheibe, welche oben und unten, um sie steif zu machen, mit Eisenblech beschlagen ist und welche mit dem einen vorstehenden Ende auf das Holz der Saugröhre aufgenagelt wird; zur Verhütung des Ueberschlagens beim Ansaugen wird ein Bügel über dem Saugrohr angebracht, Fig. 753. Bei allen besseren Klappenventilen ist aber ein besonderer Ventilkörper vorhanden, welcher entweder in das Saugrohr eingesetzt oder auf dem Saugrohr befestigt wird; dieser Ventilsitz ist entweder von Holz oder selbst bei hölzernem Saugrohr auch von Eisen.

Fig. 753.



Einfache Klappen sind unanwendbar bei grösserem Querschnitt, höchstens etwa bis zum Durchmesser des Saugrohrs von 157 Millimeter; bei grösserem Durchmesser wendet man Klappen an, welche nach zwei Seiten

[90]) Fink: über Pumpenventile und Klappen in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 497. — Hrabák. Ebenda. Bd. 16. S. 1. — Hofmann. Ebenda. Bd. 16. S. 313. — v. Reiche. Ebenda. Bd. 16. S. 509. — Gieseler. Ebenda. Bd. 16. S. 633.

[91]) Hauchecorne a. a. O. S. 67.

aufschlagen und auf einem mit einem Steg versehenen Ventilkörper aus Gusseisen sitzen, Fig. 754, 755; in die Furchen des Ventilsitzes bringt man Schnüre von Lidertau mit Mennigekitt oder dergl. m., um den Sitz vollständig dicht und fest in das Saugrohr einzusetzen. Zuweilen giebt man eine besondere Auflagerungsfläche für den Ventilsitz im Liderkasten (vergl. oben Fig. 747). Wenn aufgegangene Wasser gesümpft werden, oder beim Abteufen, in welchen Fällen leicht ein Versaufen stattfinden kann, oder

Fig. 754.

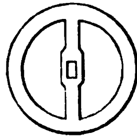


Fig. 755.

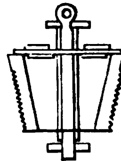
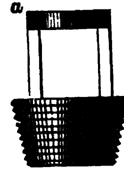


Fig. 756.



bei dem untersten Satze eines grösseren Pumpenbaues hat man stets darauf Bedacht zu nehmen, dass der Ventilkörper nach Oben herausgenommen werden kann, was man ermöglicht, wenn man an den Steg einen Ring oder einen Bügel anbringt, an welchen ein Seil befestigt werden kann. Ebenso muss man die Klappen beim Auswechseln leicht abnehmen können, weshalb ihre Befestigung mittelst Schrauben unzweckmässig ist und besser

Fig. 757.

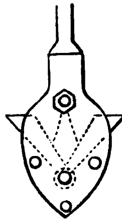
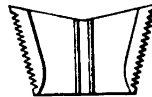


Fig. 758.



durch einen darüber gelegten und verkeilten Steg erfolgt, welcher schnell gelöst werden kann. Zum Heben des Ventilsitzes ist es sehr zweckmässig, wenn man vom Stege aus zwei Stangen in die Höhe gehen lässt, diese oben durch einen Ring a verbindet und in denselben dann zum Fangen und Heben einen s. g. Fischkopf einführt, auf dessen Klappen sich der Ring aufsetzt, Fig. 756, 757. Da sich der Ventilkörper oft so festsetzt, dass die Lösung desselben unter Wasser mit den bezeichneten einfachen Mitteln fast unmöglich wird, hat der Maschinen- und Bauinspector Hammer zu Eisleben einen Apparat construirt, mit welchem der Ventilkörper gefasst, durch Hebel gelöst und sicher zu Tage geschafft und ebenso wieder in seinen Sitz zurückgebracht werden kann. Es ist diese Einrichtung nicht nur bei gewöhnlichen Saugpumpen, sondern auch bei grossen Drucksätzen anwendbar und von Hammer auf den mansfeldischen Gruben mehr-

fach durchgeführt worden[92]). Bei sehr grossem Durchmesser und unter der Bedingung, dass die Klappen in der Mitte durch einen Steg festgehalten werden, gibt man wohl dem Ventilsitz nach der Mitte zu eine Abschrägung, Fig. 758; besser aber ist es dann, die Klappen an der Peripherie des Sitzes zu befestigen, also von der Mitte nach Aussen aufschlagen zu lassen, Fig. 759, 760; die Gabeln, welche die Walzen für die Klappen tragen, werden am besten in den hervorstehenden Rand des Ventilsitzes verschraubt[93]).

Statt der zweitheiligen Klappen hat man auch vier- und sechstheilige Klappenventile, von denen entweder sich je 2 Klappen gegen einander, oder

Fig. 759.

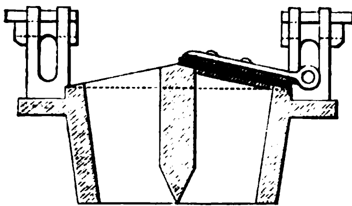
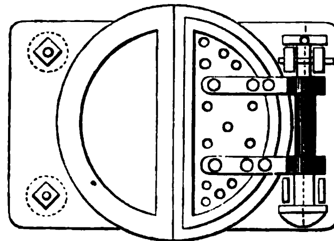


Fig. 760.



jede Klappe in gleichem Sinne für sich öffnet[94]). Zweckmässig ist es auch hier, die Aufschlageflächen der Klappen nicht in eine Ebene zu legen, sondern die Sitzflächen in eine Pyramide zusammenzustellen und die Klappen am Umfange des Sitzes zu befestigen.

Statt Leder, welches nach den Erfahrungen auf den Gruben in der Nähe von Essen 1 bis 2 Jahr hält, nimmt man auch anderes Material zu den Klappen: so vulkanisirten Kautschuck bei 47 Centimeter weiten Pumpen von 10 Millimeter Dicke auf den Gruben im Halberstädter Revier, man hat denselben von sehr verschiedener Dauer gefunden, auf der Grube Centrum nur in einer solchen von 3 bis 4 Monaten; auch Guttapercha hat man versucht, doch erscheint es zu steif, wenn die Klappen nicht um Charniere drehbar sind; zuweilen[95]) hat man auch Metallklappen angewendet, doch sind sie im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

Auf der Steinkohlengrube Zollverein in Westfalen hat man bei Drucksätzen von $39\frac{1}{4}$ Millimeter und 134 und 84 Meter Höhe früher messingene

---

[92]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 130.

[93]) v. Rittinger: Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jahrg. 1857. Wien 1858. S. 5.

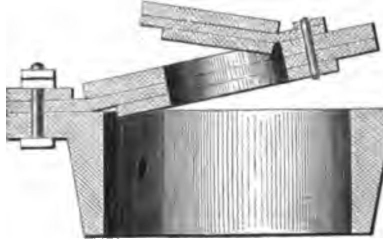
[94]) Althans: über das Maschinenwesen auf den Berg- u. Hüttenw. Oberschlesiens in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 144.

[95]) Combes: Traité de l'exploitation des mines. t. III. p. 355. — Ottiliä: das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen i. d. preuss. Provinz Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8B. S. 116.

Haubenventile angewendet; da sie sich indess nicht als zweckmässig gezeigt haben, hat man in neuerer Zeit gewöhnliche Klappenventile eingebaut, welche sich leichter auswechseln, besser dichten lassen und sich recht haltbar gezeigt haben[96]).

Teague in London[97]) wendet ein Klappenventil an, welches oben mit einer zweiten, aber sich nach entgegengesetzter Richtung öffnenden Klappe

Fig. 761.



versehen ist, Fig. 761, wodurch ein vergrösserter Durchgang für das Wasser geschafft, ausserdem Geräuschlosigkeit beim Auf- und Zuklappen bewirkt werden soll.

Die Ventilkörper oder Ventilsitze bestehen gewöhnlich aus Gusseisen; der obere Rand, auf welchem die Ventilklappen aufschlagen, muss abgedreht sein, damit ein vollständiger Schluss stattfindet. Es finden sich auch Ventilsitze von Messing, welche durchaus erforderlich sind beim Vorhandensein saurer Wasser; die Mischung zu solchem Messing wird angegeben zu 74 Theilen Kupfer, 4 Theilen Zinn, 22 Theilen Zink, während Bronce zu Statuen und Kanonengut einen grösseren Procentantheil Kupfer, die letztere gar kein Zink enthält.

β. Konische und sphärische Ventile.

Die Ventile dieser Art, Fig. 762, 763, 764, bestehen immer aus Metall, sie sind aber wenig üblich, sie sollen nach Ponson bei unreinen Wassern

Fig. 762.

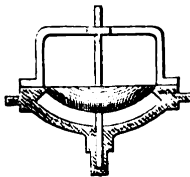


Fig. 763.

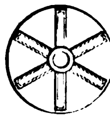
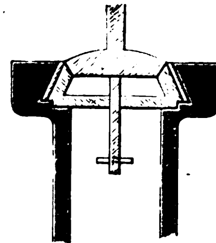


Fig. 764.



vortheilhaft sein, was indess zu bezweifeln ist. Dieselben bedürfen stets einer Leitung und einer Vorrichtung, welche das zu hohe Heben verhindert

[96]) Hauchecorne a. a. O. S. 67.

[97]) Dingler polyt. Journal. Bd. 205. S. 22.

und entweder in einem Bügel über dem Ventil oder in einem in der Führungsstange angebrachten, an dem Steg des Sitzes ein Hinderniss findenden Keil besteht. Auch diese Ventile müssen einen besonderen Sitz haben, da es unzweckmässig ist, den Ventilkasten zum Sitz zu bearbeiten. Für Abteufungspumpen, in welchen die Ventile oft und schnell beseitigt werden müssen, ist diese Art der Ventile nicht zu empfehlen.

γ. Tellerventile.

Die Tellerventile werden in Oesterreich viel gebraucht[98]), anderwärts seltener. Man wendet sie in Oesterreich selbst bei grossen Pumpen an, wie z. B. bei einem 47 Centimeter weiten, 58 Meter hohen Drucksatz auf dem Schacht No. V. bei Polnisch Ostrau, wo die Ventile aus zwei

Fig. 765.

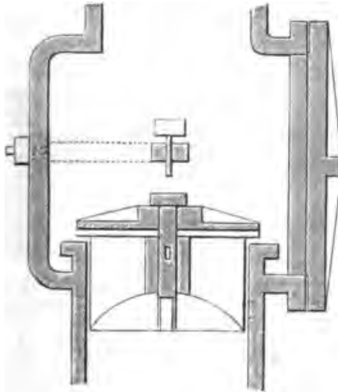
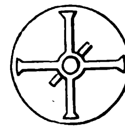


Fig. 766.



Theilen bestehen, aus einer oberen Platte und aus einem unteren Führungskreuz, zwischen denen sich eine Lederscheibe befindet; das Ganze wird zusammengehalten durch einen durchgesteckten Bolzen mit einem Keil, Fig. 765, 766, von denen Fig. 766 die untere Ansicht darstellt. Die Begränzung des Hubes findet statt durch einen im Ventilkasten über dem Ventil angebrachten Schraubenbolzen, durch dessen Stellung man den Hub des Ventils reguliren kann. Der Ventilsitz muss auf der Auflagerfläche des Ventils abgedreht sein, um einen vollständigen Schluss zu erzielen, ebenso muss, so weit die Führungsleisten reichen, eine Ausbohrung erfolgen. Die Steighöhe h des Ventils bestimmt man in der Weise, dass man eine aus dieser Steighöhe und dem Umfang des Ventils oder Ventilsitzes resultirende Fläche mindestens gleich dem oberen Querschnitt des Ventilsitzes macht, also wenn D der Durchmesser desselben ist

[98]) Rittinger, Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jahrg. 1855. S. 24; Jahrg. 1858. S. 4. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1869. S. 239.

$$h . D . \pi = \frac{D^2}{4} . \pi$$

woraus folgt:

$$h = \frac{D}{4}$$

Ebenso muss der Ringraum zwischen Teller und Gehäuse mindestens dem Querschnitt des Ventilsitzes gleich sein, was durchschnittlich erreicht wird, wenn man den Durchschnitt des Gehäuses gleich 1,6 D gross nimmt[99]).

Bei kleinerem Durchmesser macht man die Führung nur dreiflügelig.

Für Pumpen, welche dem Versaufen ausgesetzt sind, ist das Tellerventil eben so verwerflich, wie die vorher besprochenen konischen und sphärischen Ventile.

Kitoe und Brotherhood[100]) bringen an der unteren Fläche des Ventils b, Fig. 767, einen Kautschuckring c an, mit welchem das Ventil auf dem Sitz a aufsitzt; es wird dadurch nicht nur eine gute Dichtung be-

Fig. 767.

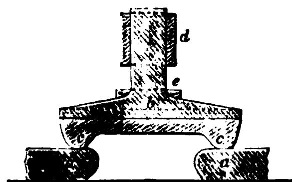


Fig. 768.

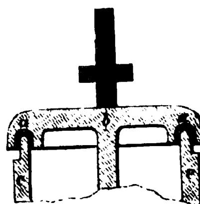
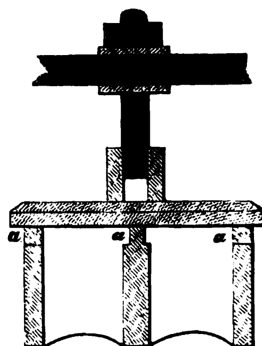


Fig. 769.



wirkt, sondern auch das Schlagen vermieden. Aus dem letzten Grunde ist auf die Führungsstange des Ventils auch der Kautschuckring e aufgelegt, welcher beim Aufsteigen des Ventils gegen den Steg d drückt und auch hier das Schlagen verhindert.

Auf der Camboas Steinkohlengrube bei Newcastle sind Tellerventile mit einer Lederdichtung in Anwendung, welche denselben Zweck, wie das vorstehend angeführte, verfolgen, Fig. 768; die Lederringe aa sind in Nuten des Ventildeckels b eingelassen und schlagen auf den Ventilsitz c auf.

Auf der Trinadon Grange Steinkohlengrube sind bei einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine von Hayward Tyler and Co. in den Pumpen Tellerventile von der Construction in Fig. 769 angebracht, bei denen zur Vergrösserung der Durchgangsöffnung für das Wasser die Rippen des Ventilsteges bei aaa auf Hubhöhe ausgefeilt sind.

---

99) Moll und Reuleaux, Constructionslehre für den Maschinenbau. Braunschweig 1854. S. 862.

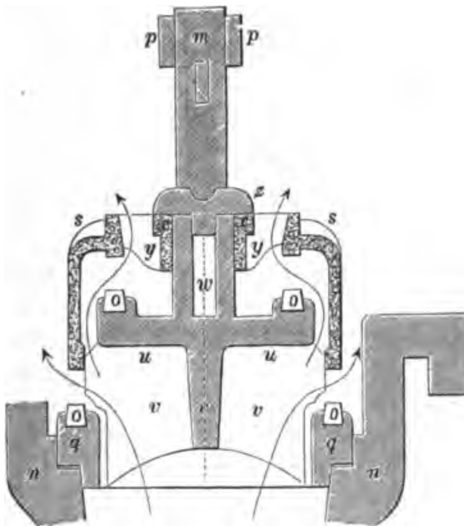
100) Dingler polyt. Journal. Bd. 194. S. 413.

Zuweilen trifft man auch Tellerventile, welche in der Hauptscheibe noch eine Zahl kleinerer Ventile tragen, die sich bei dem Ansaugen des Wassers heben und das Heben des Hauptventils erleichtern. Dieselben würden dem von Teague angewendeten Princip bei den Klappenventilen entsprechen.

δ. Hauben- und Glockenventile.

Die Hauben- oder Glockenventile (double heat valve), Ventile mit doppeltem Sitz sind den Ventilen von Hornblower in Dampfleitungen nachgebildet und zuerst von Harvey und West angewendet[101]. Sie bestehen

Fig. 770.



aus zwei Theilen: dem festen Sitz von Gusseisen oder Bronce und der beweglichen Haube aus Bronce oder Metall, wie sie auf der Steinkohlengrube Zollverein in Westfalen in einem Durchmesser von 0,536 Meter zur Anwendung gelangt sind[102], Fig. 770. Der Sitz hat eine obere ringförmige Scheibe uu, welche sich in den sorgsam abgedrehten Ansatz w verlängert und durch Flügel vv mit dem unteren Ringe qq verbunden ist; der untere Ring ruht auf einer entsprechenden Fläche nn des Ventilkastens, auf welcher zur besseren Dichtung eine Lederscheibe aufliegt. In der Scheibe uu und in dem Ringe qq sind ringförmige Nuten angebracht, welche mit hartem Buchsbaumholze, in anderen Fällen mit Ringen von Messing oder anderem weichen Material oo ausgefüttert sind. Auf der Scharleygrube

[101]) Combes a. a. O. III. 378.

[102]) Die Druckpumpe auf der Steinkohlengrube Zollverein in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1B. S. 194.

in Oberschlesien hat man zu dieser Ausfüllung Buchenholz mit Vortheil angewendet. Um den lose auf dem Ventilkasten aufsitzenden Theil des Ventils dennoch festzuhalten, sind Querstücke pp im Ventilkasten vorhanden, gegen welche ein Keil in der Verlängerungsstange m des Ventilsitzes sich stemmt. Der bewegliche Theil ist eine Haube ss aus Messing, welche auf den Nutringen oo aufruht und auf diesen vollkommen dicht abschliesst. Die Haube hat eine cylinderische Hülse xx, welche genau auf den Ansatz w passt und mit der Haube gleitet die Hülse x an dem Dorne; damit sie nicht höher, als nothwendig ist, sich hebt, stösst die Hülse an den Ansatz z. Wenn sich die Haube hebt, so öffnen sich also die Durchgänge über den beiden Futterringen oo und dem Wasser wird ein doppelter Durchgang gewährt. Alle Flächen müssen auf das Sorgfältigste abgedreht sein. Unter dieser Voraussetzung spielen die Ventile vortrefflich, sanft und ohne jeglichen Stoss, aber die Wasser müssen rein und frei von Spähnen sein, weil das Zwischensetzen eines solchen zwischen Glocke und Sitz das Spiel der Pumpe verhindert; deshalb sind sie für die untersten Sätze, welche häufig nicht ganz reine Wasser zu heben haben, ungeeignet. Sie sind auch bisher ausschliesslich bei Druckpumpen angewendet; sie haben aber den Nachtheil, dass sie theuer sind. Bei einer 47 Centimeter weiten Pumpe auf der Steinkohlengrube Concordia in Westfalen kostete das Stück 1044 Mark, während ein Klappenventil 153 Mark gekostet haben würde; bei dem 39 Centimeter weiten Satz auf der Grube Roland bezahlte man für ein Haubenventil 570 Mark, ein Klappenventil würde nur 75 Mark gekostet haben. Reuleaux hat gegen die Haubenventile neuerdings Bedenken erhoben, weil von Unten her im Vergleich zu dem Druck von Oben Ueberdruck stattfinden müsse und dadurch Stösse entstehen, ja sogar bei hohen Sätzen der Ventilsitz mit gehoben werden könnte; er schlägt deshalb vor, die Haube ganz nahe an die Führungsstange schliessen zu lassen und den oberen Ausfluss gänzlich aufzugeben, wodurch es allerdings nothwendig wird, das Ventil doppelt so hoch zu heben, um dieselbe Quantität Wasser durchzulassen[103]).

Um bei sandigen Wassern das Hängenbleiben der Glocken an den Spindeln zu verhüten, wurde auf der Grube Heinitz in Oberschlesien die Glocke in ihrer Nabe mit einer Buchse versehen, welche spiralförmige Nuten und Stege hat, so dass die ersteren den Sand passiren lassen, während die letzteren die Führung an der Spindel vermitteln[104]).

ε. Trichterventile.

Die Trichterventile (Blumenkorbventile) entsprechen den später zu erwähnenden Trichterkolben, finden sich im Ganzen selten und sind für Saugpumpen entschieden unzweckmässig.

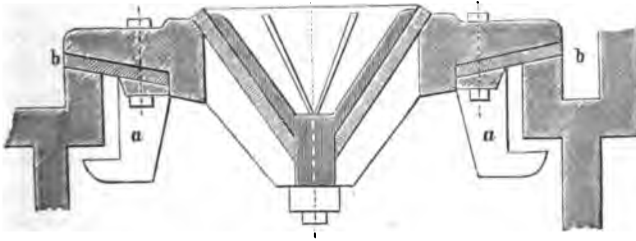
---

[103]) Moll u. Reuleaux a. a. O. S. 876.

[104]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 153.

Nach Rittinger[105]) soll ein solches Ventil vor dem Tellerventil den Vorzug haben, dass der Schwerpunkt mehr in die Gegend der Führung fällt, welche am Umfange durch umgekröpfte Füsse aa, Fig. 771, bewirkt wird; die Durchgangsöffnungen für das Wasser sind hier sehr vermehrt, so dass der Hub des Ventils nur sehr gering sein braucht, um das nöthige

Fig. 771.



Quantum durchzulassen, wodurch der bei anderen Ventilen vorkommende Stoss vermieden wird. Die Liderung am Umfange des Ventils bb besteht aus dickem Leder, welches zwischen dem Ventilkörper und dem Führungsfüsschen mittelst Schrauben eingeklemmt ist; der Mantel, welcher die innere Fläche des durchbrochenen Trichters bedeckt, wird am besten aus 78 Millimeter starkem vulkanisirten Kautschuck hergestellt, er wird durch einen Schraubenbolzen im Scheitel des Trichters niedergehalten.

ζ. Kolbenventile.

Die Kolbenventile sind von Juncker in Huëlgoat bei einer Druckpumpe angewendet[106]), Fig. 772, 773.

Auf einer metallenen Scheibe b ist ein Lederstulp aa angebracht, welcher durch den aufgeschraubten Deckring cc gehalten wird; die Scheibe

Fig. 772.

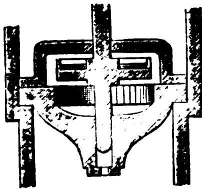
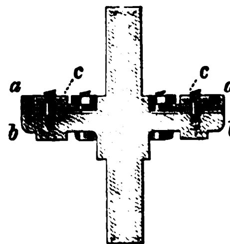


Fig. 773.



ist unten und oben mit gedrehter Führungsstange versehen, mit welcher sie in dem Ventilsitz und in dem den Hub begränzenden Bügel geführt

[105]) Rittinger a. a. O. Jahrg. 1855. S. 24. — Moll u. Reuleaux a. a. O. S. 860.
[106]) Combes a. a. O. III. 375.

wird. Gegen den Ventilsitz lidert der Lederstulp vollkommen dicht ab. Diese Ventile sollen sich sehr bewährt haben und gegen den theoretischen Effect nur $^1/_{30}$ Verlust zeigen.

7. Zusammengesetzte Ventile.

Die zusammengesetzten Ventile oder Kiemenventile[107]) sind von Hosking construirt. Sie bestehen aus einer Reihe ringförmiger Ventilsitze, welche pyramidenförmig über einander liegen und durch ringförmige Ventilklappen aus Leder oder Kautschuck bedeckt sind. Jeder Lederring wird durch den folgenden Ventilsitz festgehalten und klappt nach Aussen auf. Die sämmtlichen Ringe werden durch einen hindurchgehenden Bolzen zu einem Ganzen verbunden. Statt der ringförmigen Klappen hat man auch mit Vortheil Bälle aus Kautschuck benutzt, welche in konischen Sitzen aufliegen und von besonderen Gehäusen eingeschlossen werden. Diese Ventile haben den Zweck, dem Wasser einen grösseren Durchgang zu eröffnen und die Bewegungshindernisse zu verringern. Sie sind bei den Wasserwerken zu Hull zur Anwendung gelangt.

Auf der Galmeigrube Scharley in Oberschlesien stehen sogenannte Etagentellerventile im Gebrauch, welche den Kiemenventilen von Hosking entsprechen. Es stehen drei Ringe, beziehungsweise Teller, über einander, von denen der untere den Sitz für den oberen bildet; die Aufschlagflächen sind wie bei den Glockenventilen auf derselben Grube von Buchenholz hergestellt. Diese Ventile gewähren dem Wasser eine viel grössere Durchgangsöffnung, als sie bei Klappen herzustellen wäre. Derartige Ventile waren auch auf der Paulusgrube in Oberschlesien in Gebrauch[108]), wo sie indess wieder abgeworfen sind, weil bei unreinen Grubenwassern leicht ein Hängenbleiben der Ventilringe stattfindet. Dagegen sind sie bei dem Wasserhebewerk in Bonn und a. a. O. mit Vortheil in Anwendung[109]).

Der Director Thomatzek in Cöln, welcher die eben beschriebenen Ventile in Oberschlesien und am Rhein eingeführt hat, liess neuerdings insofern eine Aenderung eintreten, als er mehre ganz gleiche doppeltsitzige Ringventile zur Anwendung bringt, welche nicht direct auf einander, sondern auf je einem besonderen Sitze ruhen. Die Sitze, wie die Ventile bilden vollkommen gleiche Stücke, so dass beim Schadhaftwerden das Auswechseln durch die bereit zu haltenden Ersatzstücke schnell von Statten gehen kann. Da sich der lichte Rohrquerschnitt von einem Ventile zum andern nicht ändert, so muss nothwendigerweise die Wassergeschwindigkeit, beziehungsweise der Druck allmälig ein geringerer werden, was der Zahl der anzuwendenden Ventilringe eine Gränze setzt[110]).

---

[107]) Weisbach a. a. O. 866. — Moll u. Reuleaux a. a. O. S. 879.
[108]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 368.
[109]) Thomatzek in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 20. S. 429.
[110]) Dingler polyt. Journal. Bd. 230. S. 16.

Wabner[111]) hat ein Ventil angegeben, bei welchem die Ringe nicht gemeinsam an der Ventilspindel geführt werden, sondern sich gegenseitig führen, wie Fig. 774 und 775, wo der innere Ring mit 4 Tatzen sich an der Spindel führt und jeder grössere Ring in gleicher Weise an dem vorigen. Der Hub der Ringe wird durch ein auf die Spindel aufgesetztes Kreuz begränzt. Bei einem Durchmesser des Ventilkastens von 800 mm sind 4 Ringe angeordnet, von denen jeder 46 mm breit ist, während zwischen

Fig. 774.

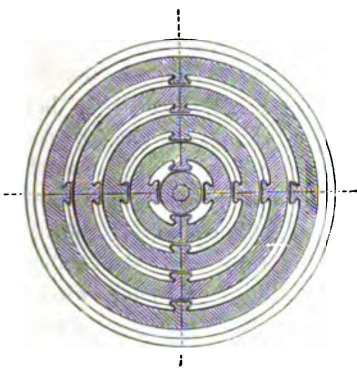


Fig. 776.

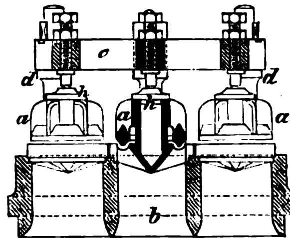


Fig. 775.

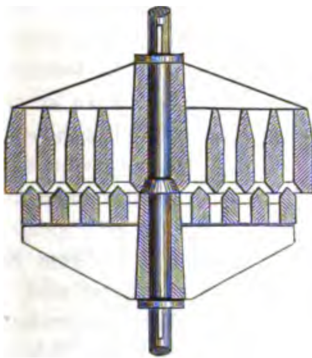


Fig. 777.



je zweien die Durchlassöffnung 33 mm beträgt, die Höhe der unten um mehr als 45 Grad abgeschrägten Ringe ist 90 mm, die Hubhöhe aber 25 mm.

Die Firma Riehn, Meinicke und Wolf in Görlitz[112]) ordnet mehre

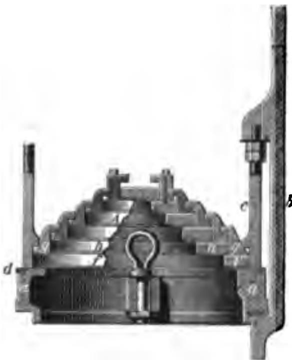
[111]) Zeitschr. des oberschlesischen berg- u. hüttenm. Vereins. Königshütte 1878. S. 57. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 91. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1879. S. 463. — Dingler polyt. Journal. Bd. 240. S. 255.

[112]) Dingler polyt. Journal. Bd. 231. S. 228.

Ringventile a, Fig. 776 und 777, deren Zahl mit Rücksicht auf die günstigste Raumausnutzung 4,7 oder 10 betragen soll, neben einander auf einer gemeinschaftlichen Sitzplatte b an. Die einzelnen in dieser Platte eingeschliffenen Ventilsitze werden durch Druckschrauben niedergehalten, welche in einen kräftigen, durch Stehbolzen d mit der Sitzplatte b verbundenen Ring c geschraubt sind. Diese Schrauben drücken auf die Scheiben h, welche, auf den Spindeln der Ventile sitzend, den letzteren als Hubbegränzung dienen. Jedes einzelne Ventil kann behufs Auswechselung leicht gelöst werden; sind sämmtliche Ventile zu erneuern, so kann die Herausnahme durch Abheben des Ringes c erleichtert werden.

Bei einer Pumpenanlage auf der Hochberg-Grube in der Nähe von Waldenburg ist von Hofmann ein Pyramidenventil[113]) hergestellt, welches bei geringem Hub eine grosse Durchgangsöffnung gewährt, wenig Unterhaltungsmaterial kostet und regelmässig arbeitet. Der gusseiserne Ventilsitz a, Fig. 778, ruht in Leder- oder Gummiliderung auf dem abgedrehten Rande des Ventilkastens b und wird durch 4 Schraubenstützen c festgehalten; diese Stützen drücken zugleich einen Riegel d von Bandeisen fest auf einen Lederring, welcher sich an die Wand des Ventilkastens anlegt, damit kein Sand zwischen den Ventilsitz und Ventilkasten fallen kann, wodurch andrerseits erreicht wird, dass der Ventilsitz sich nicht festklemmt und leicht herauszunehmen ist, wozu er mit einem Armkreuz und einer Oese versehen ist und mittelst Seil gehoben werden kann. Auf dem Ventilsitz liegt ein mit Leder belegter, schmiedeeiserner Ring f, welcher sich frei zwischen den 4 Stützen bewegen kann und durch diese in seiner richtigen Lage erhalten wird; damit er sich nicht zu hoch hebt, sind die Stützen mit Nasen versehen. Auf der oberen Seite des Ringes sind 4 Haken g angebracht, von denen 3 angenietet sind, während der vierte durch eine schwalbenschwanzförmige Nute eingeschoben und durch eine Schraube festgehalten wird. Nimmt man diesen Haken heraus, so lässt sich der zweite Ring h einlegen, der wie der erste Ring f unten mit Leder versehen und oben mit 4 Haken armirt ist. In gleicher Weise liegen mehre Ringe übereinander, deren letzter durch eine Platte verschlossen wird.

Fig. 778.

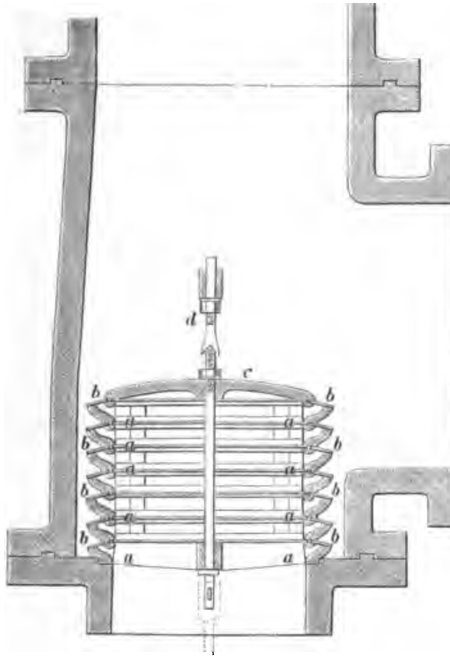


Der Maschinendirector Schoenemann hat auf die Construction eines Ringventils, wie es in Fig. 779 dargestellt ist, ein Patent erhalten. Dasselbe besteht aus einer dem Bedürfnisse entsprechenden Zahl gleichgrosser Ringe aa aus Gusseisen oder Metall, in welche die eigentlichen Ventil-

[113]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 134.

ringe b b aus Guttapercha eingeschaltet sind; das Ganze ist durch den Deckel c geschlossen und wird durch die Druckschraube d zusammengehalten und auf den Sitz gedrückt. Schoenemann giebt als Vorzüge an: die grosse Einfachheit, die Erhöhung der Leistung durch Vergrösserung der freien Durchgangsöffnung gegen andere Ventilconstructionen, die Möglichkeit, engere und deshalb billigere Steigröhren benutzen zu können,

Fig. 779.



indem das Ventil, um herausgezogen zu werden, keiner Erweiterung der Aufsatzröhreu bedarf, durch dieses Ventil sollen die Schläge in den Pumpen gänzlich vermieden werden; Ergänzungen und Auswechselungen, so wie Vermehrung der Ventilfläche durch Aufsetzen einer grösseren Zahl von Ringen können beim Vorhandensein von Reserveringen sehr schnell bewirkt werden. Ob sich das Ventil in der Anwendung als brauchbar bewährt hat, ist nicht bekannt geworden.

9. Elastische Ventile.

Der Umstand, dass ein steifes Ventil erst gehoben werden kann, wenn der auf dasselbe von Unten ausgeübte Totaldruck den von Oben darauf lastenden Wasserdruck übersteigt und dass zur Erzielung auch nur der Gleichheit der beiden Druckstärken der Druck auf die Flächeneinheit von Unten wegen der erforderlichen Grösse der Ventilsitzfläche bedeutend

grösser sein muss, als die Belastung der Flächeneinheit von Oben; dieser Umstand bewirkt im Momente der Ventilöffnung durch die hierbei eintretende plötzliche Ausgleichung der Druckstärken hydraulische Stösse, welche dem guten Zustande der Pumpen sehr nachtheilig sind[114]). Durch den von Bochkoltz angegebenen Kraftregenerator, welcher weiter unten noch zu besprechen sein wird, soll dem gerügten Uebelstande zwar zum Theil abgeholfen werden, völlig wird er nicht beseitigt. Als ein anderweitiges Mittel erwähnt Hrabák die Möglichkeit durch Anbringung äusserer Ventile, welche ohne Zuthun der im Inneren der Pumpe zur Erscheinung tretenden Vorgänge thätig sind, die Ausgleichung des Drucks von Unten und Oben zu bewirken. Da aber dieser Mechanismus ziemlich complicirt sein müsste, und obwohl hierfür anderweitig Vorschläge gemacht sind[115]), so verwirft Hrabák dieses Auskunftsmittel und macht dagegen den Vorschlag, statt der steifen Ventile elastische Ventile aus Kautschuckplatten anzuwenden. Bei solchen Platten genügt nur ein geringer Ueberdruck von Unten um einen Theil der Klappe um ein Mässiges vom Sitze abzuheben, wodurch die von Unten gedrückte Fläche wächst, indem zugleich die Erhebung gleichmässig fortschreitet, bis sie an der gesammten Sitzfläche erfolgt ist. Ein solches Ventil wird also nicht momentan aufgerissen, sondern öffnet sich allmälig, indess doch immer hinlänglich schnell, sobald der erste Anstoss gegeben ist. Derartige Ventile stehen bei Gebläsen, bei Pumpen von kleineren Dimensionen, wie Kaltwasserpumpen bereits in Anwendung; für Schachtpumpen hat man bisher die grössere Sitzfläche, welche jene Ventile erheischen, gescheut. Der Entwurf, welchen Hrabák von einem solchen Ventile macht, schliesst sich der Anordnung der Pyramidenventile an.

Hierher gehört auch das Ventil (Lefzenventil) von Field in London[116]), welches in Fig. 780 dargestellt ist. Dasselbe besteht aus den schwach konischen Kautschuckplatten aa und a'a', welche durch die Deckel c und c und die Vorsprünge b' bis b_4 des Ventilkörpers b festgehalten werden. Im geschlossenen Zustande des Ventils legen sich die Ränder der Kautschuckscheiben fest aneinander, während dieselben beim geöffneten Zustande auseinanderstehen, indem das Wasser durch die Zuführungsröhre G eintritt und in der Richtung der Pfeile zwischen die Scheiben tritt. Die Scheiben werden eben hergestellt und nehmen die konische Form erst durch das Einklemmen in den Sitz an. Der Deckel c wird durch eine Druckschraube d niedergehalten; an der Eintrittsstelle G wird die Dichtung des Sitzes durch einen Leder- oder Kautschuckring bewirkt.

---

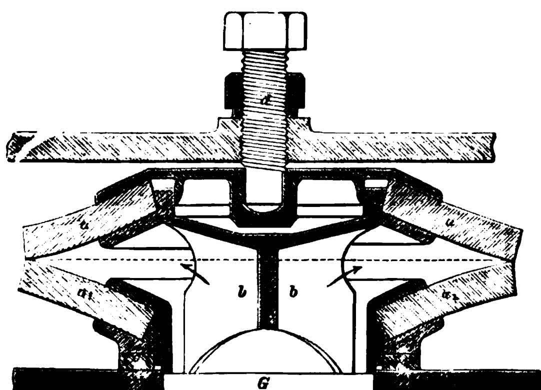
[114]) Hrabák: Project einer Schachtpumpe mit elastischen Ventilen in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr. Bergakademien. Prag. Jahrg. 1868/69. S. 364.

[115]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 12.

[116]) Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 278. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 16. S. 29.

Das Pumpenventil von Holman[117]) besteht aus einem cylinderischen, oben geschlossenen, in den Wänden siebförmig durchbrochenen Ventilgehäuse, um welches dicht über einander sechs Kautschuckringe gezogen

Fig. 780.



sind. Wird von Innen ein Druck ausgeübt, so dehnen sich die Ringe aus und sollen den Abfluss der Flüssigkeit gestatten; im umgekehrten Falle legen sich die Ringe um so dichter auf die Offnungen und hindern den Rückgang des Wassers.

i. Entlastetes Ventil.

Um bei dem grossen Druck auf die untere Fläche des Ventils das Schlagen desselben und die Abnutzung seiner Ränder zu vermeiden, hat Daelen eine Entlastung angebracht[118]). Mit einem gewöhnlichen flachen Ventil a, Fig. 781, steht ein Kolben b in Verbindung, welcher in einem nach einer Seite offnen Cylinder gleitet, der Cylinderraum c ist mit einer Bohrung der Kolbenstange in Verbindung, welche durch ein Ventil d geschlossen ist. Sobald der Pumpenkolben ansaugt, bildet sich im Cylinderraum c ein Vacuum, und da sich bei beginnender Druckwirkung das Ventil d sofort schliesst, erfährt der Entlastungskolben b einen einseitigen derartigen Druck, dass er das Abheben des Hauptventils a von seinem Sitz unterstützt; sobald dies erfolgt ist, kann das Hauptventil sich unabhängig vom Hilfskolben weiter heben und wieder senken. Bei Verminderung des Druckes unter dem Ventil a wird der Kolben b durch die im Raume c verdichtete Luft wieder in seine Normalstellung zurückgeführt, worauf beim Saugen der Pumpe dieser Raum von Neuem evacuirt wird.

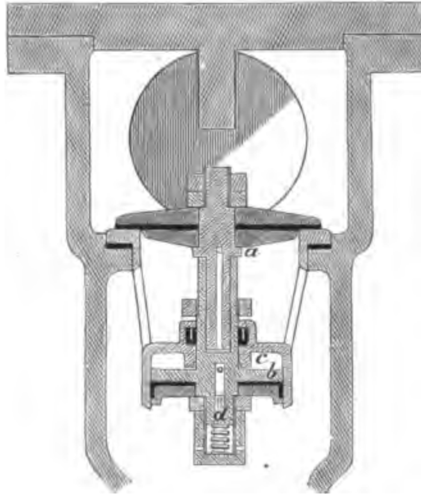
---

[117]) Dingler polyt. Journal. Bd. 193. S. 119.

[118]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 22. S. 377. — Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 96. — Dingler polyt. Journal. Bd. 228. S. 110.

Die Fläche des Kolbens b kommt der Sitzfläche des Ventil a nahezu gleich, so dass nur ein ganz geringer Ueberdruck unter dem Ventil zum Heben desselben erforderlich ist.

Fig. 781.



ff. Kolben.

Der Form nach kann man bei den Kolben für Saugpumpen unterscheiden: Cylinderkolben, welches stets durchbrochene Cylinder oder Scheiben aus Holz, Gusseisen oder Messing sind, Trichterkolben (Sack- oder Beutelkolben) und Röhrenkolben; andere Formen kommen beim Bergbau nicht leicht vor, doch giebt es deren eigenthümliche noch bei den Balgpumpen, Priesterpumpen u. a. m. Ein anderes Unterscheidungsmittel ist die Liderung, nach welcher man trennt Scheibenkolben ohne Seitenliderung und Kolben mit Seitenliderung, welche entweder Stulpenliderung oder Ring- oder Riemenliderung ist.

α. Scheibenkolben.

Die Scheibenkolben tragen oben eine Lederklappe, welche gleichzeitig das Durchlassventil und die Liderung bildet; es ist die älteste Kolbenform und kommt jetzt kaum noch vor. Beim Niedergehen des Kolbens biegt sich die Lederscheibe auf und legt sich dicht an das Rohr. Der Körper des Kolbens besteht aus Holz, Fig. 782, 783, oder aus Eisen, Fig. 784, wie zu Przibram und ist 13 bis 26 Millimeter enger als das Rohr; der hölzerne Körper, wozu man Eichen- oder Buchenholz nimmt, ist oft noch mit Eisenringen gebunden. Der Körper wird mehrfach durchbohrt; die Summe der Durchbohrung muss grösser, als der Querschnitt des Saugrohrs sein, damit das Wasser geringeren Widerstand findet, zu welchem

Zweck man auch die Bohrungen unten weiter als oben macht. Die Scheibe besteht gewöhnlich aus Leder; man näht mehre Scheiben zusammen und tränkt sie in Fischthran oder Schweinefett. Der Durchmesser der Scheibe darf nur wenig grösser, als der des Kolbenrohrs sein, um das Einklemmen

Fig. 782.

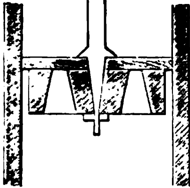


Fig. 783.

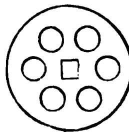
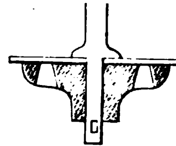


Fig. 784.



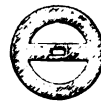
des Kolbens zu vermeiden; Anfangs machte man sie 13 bis 20 Millimeter grösser, bei eisernen Kolbenkörpern zu Przibram vergrösserte man die Scheibe auf 20 bis 26 Millimeter. Die Scheibenkolben sind einfach, erzeugen aber im Anfang ihres Gebrauchs viel Reibung und lassen nach und nach mehr Wasser fallen, so dass der Effect geringer ist, als der der Stulpkolben.

β. Stulpkolben.

Die Stulpkolben gehören zu den Kolben mit Seitenliderung, welche ausser der zum Durchlassen des Wassers bestimmten Klappe eine seitliche Liderung haben. Die Liderung wird dadurch bewirkt, dass beim Aufgange des Kolbens das Wasser den Stulp an die Wandung des Kolbenrohrs einpresst.

Der cylinderische, durchbrochene Kolbenkörper ist entweder, doch dies nur bei niedrigen Sätzen, aus Holz oder aus Gusseisen oder aus Bronce gefertigt. Bei geringem Durchmesser ist er wohl ganz ausgehöhlt (schwedischer Kolben), bei grösserem Durchmesser mit mittlerem Steg und zwei halbmondförmigen Oeffnungen (französischer Kolben), Fig. 785. Bei jenem endet die Kolbenstange unten in einer Gabel, welche in die ringförmige Wandung des Kolbens eingreift und durch Schrauben befestigt wird, bei den französischen geht die Kolbenstange durch den Steg hindurch und wird unten durch einen Keil festgehalten.

Fig. 785.



Der Stulp (Sturz, Mütze) besteht aus verschiedenen Materialien. In der Regel hat man lohgares Rindleder, welches durch Tränken in Theer conservirt werden soll[119]; am Harze wird Wallrossleder vorgezogen, welches sehr dick ist, aber keine Steifigkeit hat und bald zerrissen wird, während man diese nachtheiligen Eigenschaften an anderen Orten[120]) be-

[119]) Conservirung des Kunstleders in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 164.

[120]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8B. S. 115.

streitet. Auf dem Pikaschacht der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz musste bei einer Saug- und Hubpumpe der Lederstulpen monatlich ein- bis dreimal erneuert werden; man benagelte deshalb die ganze Aussenfläche des Stulps ganz dicht mit hölzernen Schuhzwecken, wodurch man eine Dauer des Stulps von 6 Monaten erzielte[121]). Statt Leder nimmt man auch Guttapercha, welches aber leicht hart wird und theuer ist, doch wird seine Anwendung bei sandigen Wassern von der Braunkohlengrube bei Löderburg in der preussischen Provinz Sachsen empfohlen[122]), oder vulkanisirten Kautschuck, welcher gleichfalls im Allgemeinen zu theuer ist, in neuerer Zeit aber in Oesterreich besonders empfohlen wird[123]). Ferner macht man die Stulpe aus Seil oder Zopf, welche aufgedrehte und wieder zusammengeflochtene Bergseile bilden, welche mit etwas Leder an den Kolbenkörper angenagelt werden. In Westfalen hat man in solcher Weise auch Guttaperchaschnur angewendet; in den Kolbenkörper sind drei Rinnen eingedreht, in welche die 20 Millimeter im Quadrat starke, nach unten abgeschrägte Liderschnur eingelegt wird; beim Anheben des Kolbens wird die Liderung nach aussen an die Wandung des Kolbenrohrs gedrückt und dadurch die Dichtung bewirkt, während beim Niedergange des Kolbens keine Reibung stattfindet und daher ein Festklammern, wodurch leicht Gestängebrüche hervorgerufen werden, unmöglich ist[124]). Holz benutzt man gleichfalls zur Liderung, in älterer Zeit Rinde, später Späne, jetzt häufig Holzstückchen (Stöckelkolben). Filz wendet man als Liderung an, wenn man es mit warmem Wasser zu thun hat, z. B. in Brauereien. Auf der fiskalischen Steinkohlengrube Borgloh-Oesede bei Osnabrück hielten bei zwei Saugpumpen die Lederstulpen nur wenige Stunden, weil saure Wasser die innere Wandung des Kolbenrohrs zerfressen hatten; man brachte deshalb Liderung aus federnden Gusseisenringen an, welche indess durch die sauren Wasser gleichfalls schnell zerstört wurden, auch brachen bei der geringsten Klemmung die Ringe. Man wählte deshalb mit gutem Erfolge Ringe aus Phosphorbronce, wodurch man eine ungestörte Sümpfung erzielte und bei den Löhnen, wie bei den Materialien beträchtlich an Kosten ersparte[125]).

Der Lederstulp wurde an hölzernen Kolbenkörpern in älterer Zeit vorstehend angenagelt und ausserdem durch einen übergeschobenen Ring gehalten. Wird der Stulp aus mehren Ringen gebildet, so näht man sie am besten zusammen; neuerdings hat man z. B. auf Königsgrube bei

---

121) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 266.

122) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 155.

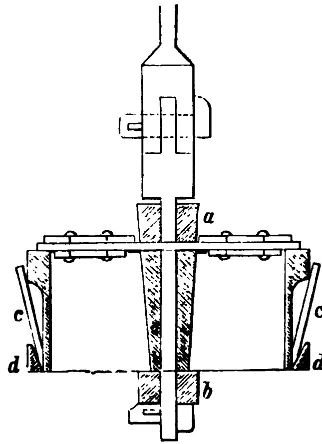
123) Schmidhammer, Stulpdichtungen für hydraulische Pressen, Pumpen u. Wassersäulenmaschinen in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 234.

124) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 153. — Der Berggeist. Köln 1877. S. 409. — Oesterr- Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 20.

125) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 232.

Bochum in Westfalen das ältere Verfahren wieder angewendet, wonach man die Streifen durch Pflöcke von amerikanischer Fichte verband, was sich beim Abteufen in sandigen Wassern sehr gut gehalten haben soll im Vergleich zu genähten Stulpen. Bei eisernen Kolbenkörpern bringt man den Stulpen c an, wie in Fig. 786, welchen man durch den umgelegten Ring d befestigt, dieser wird durch den unteren Steg b, die Ventilklappe auf dem Kolben durch den oberen Steg a fest gehalten. Als Klappen dienen, wie bei den Saugventilen, Lederscheiben, welchen durch auf- und untergena-

Fig. 786.



gelte Eisenbleche Steifigkeit gegeben wird, sie schlagen in der Regel an der Peripherie des Kolbenkörpers auf und werden in der Mitte durch die Kolbenstange gehalten, welche auch das zu weite Oeffnen hindert. In selteneren Fällen sind die Klappen am äusseren Rande des Kolbens befestigt und schlagen in der Mitte auf, was an vielen Orten für das Durchtreten des Wassers vortheilhafter gehalten wird; derartig sich öffnende Klappen bewegen sich auch wohl in Charnieren, wie es oben bei den Ventilen besprochen ist. Bei grossem Durchmesser findet man den Kolbenkörper auch wohl, wie die Ventilsitze, auf der oberen Fläche mit vertieftem Kegel. Statt der Klappen von Leder oder dessen Surrogaten hat man auch wohl in seltenen Fällen Metallklappen. Nicht häufig finden sich Tellerventile im Gebrauch, z. B. auf Gouleygrube in Verbindung mit Zopfliderung; die Stulpen aus Hanfzöpfen sind trotz des wohlfeilen Materials schwer und theuer anzufertigen, ausserdem haben sie den Nachtheil, dass sich leicht Sandkörner hineinsetzen, welche im Kolbenrohr Furchen auszuschleifen vermögen.

Die ältesten Stulpen aus Holz finden sich bei den Rindenkolben, man wendet Birken- Fichten- oder Lindenrinde an, welche zusammenge-

näht wird; derartige Stulpen halten begreiflicherweise nicht lange. Bei den Spankolben besteht der Stulp aus mehrfach über einander greifenden Hobelspänen von Fichtenholz, welche einzeln angenagelt werden; diese Liderung hält nicht dicht und arbeitet das Kolbenrohr sehr stark ab.

Ein Kolben mit Birkenrindeliderung ist von Heberle zu Falun bei Pumpen für eisenvitriolhaltige Grubenwasser benutzt[126]). Der Kolben

Fig. 787.



Fig. 788.



Fig. 789.

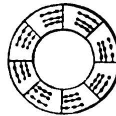


Fig. 790.



ist aus Birkenholz gefertigt und sitzt lose auf der hölzernen Kolbenstange auf; er hat einen 52 Millimeter hohen, 45 Millimeter tiefen Einschnitt an seinem Umfange, in welchen die Liderung eingelegt wird. Fig. 787 stellt die Kolbenstange mit Kolben und Kugelventil halb in der Ansicht, halb im Durchschnitt dar. Die Liderung besteht aus acht in einander gesteckten Theilen von Birkenrinde, welche einen Ring bilden, der nach Aussen durch den inneren Wasserdruck ausgedehnt werden kann; Fig. 788 und 789. Jeder der acht Theile besteht aus zwei in Fig. 790 dargestellten Theilen, welche aus zwölf bis sechszehn Stückchen Birkenrinde bestehen und mit gepechtem Hanfzwirn zusammengenäht sind. Der Kolben ist durchbohrt und die 89 Millimeter weite Oeffnung ist oben auf 60 Millimeter Höhe bis auf 141 Millimeter erweitert, so dass sich der Kolben an den kleinen Hölzern kk, welche mit hölzernen Nägeln an der Kolbenstange befestigt sind, um 37 Millimeter auf- und abbewegen kann. Beim Niedergange der Kolbenstange tritt das Wasser über die an derselben befestigte Kugel aus Birkenholz zwischen Kolben und Stange, wobei sich der Kolben bis unter die Hölzer kk hebt; indem die Kolbenstange sich dann aufwärts bewegt, setzt sich die Kugel unter den Kolben und versperrt dem Wasser den Rückweg. An der Stelle, wo sich der Einschnitt für die Liderung im Kolbenkörper befindet, ist die schwache Wandung durch sechs rechteckige Oeffnungen cc durchbrochen, welche das Wasser an die Liderung treten lassen, wodurch dieselbe an die Wandung des Kolbenrohrs gedrückt wird. Ein

---

[126]) Dingler polyt. Journal. Bd. 186. S. 363.

solcher Liderring soll mindestens ein bis zwei Jahre Dauer haben und nur etwa 1,50 bis 2 Mark kosten.

Die Stöckel- oder Klötzelkolben kommen neuerdings mehr in Aufnahme, wie auf den Gruben bei Freiberg. Die ganze Liderung besteht aus Klötzchen von Ahornholz, welche schräg abgeschnitten sind und einander übergreifend um den Kolbenkörper gelegt werden, sie werden durch einen Lederriemen gehalten, welcher an die Klötze und den Kolbenkörper festgenagelt ist; damit kein Wasser durchgeht, werden zwischen den Klötzen und dem Körper, so wie oben über die Fugen der Klötze Lederstreifen aufgenagelt. Diese Liderung ist wohlfeiler, als die mittelst Lederstulpen, sie schliesst aber nicht so dicht, wie diese, namentlich wenn das Kolbenrohr inwendig nicht abgedreht ist; bei starkem Wasserzufluss ist sie nach Gaetzschmann nicht zu empfehlen. In Schlesien hat man sich mit Erfolg der Holzliderung bedient, z. B. auf der Steinkohlengrube Friedrich bei Nicolai[127]), wo Lederstulpe nur 2 Wochen, hölzerne Liderung 4 bis 5 Wochen hielten und diese bei $23^1/_2$ bis 47 Centimeter Durchmesser nur 0,90 bis 1,20 Mark kostete, während die Lederstulpen eine jedesmalige Ausgabe von 4 bis 5 Mark erforderten, so dass man diese Methode auch auf anderen Gruben, wie Antonsglück und Mariannengrube zur Anwendung brachte.

Man bedient sich als Material des trockenen Eschenholzes, welches nach der Faser wie Fassdauben geschnitten wird, bei kleinen Kolben in einer Breite von 46 bis 52 Millimeter, bei grösseren 52 bis 65 Millimeter, die Länge nimmt man 20 bis 26 Millimeter geringer, als die Kolbenhöhe und die Dicke oben etwa 10 Millimeter, welche wie bei den Lederstulpeu nach Unten verjüngt wird; zum Zusammenhalten der Dauben wird, gleichfalls wie bei den Lederstulpen, ein schmiedeeiserner Ring von Unten aufgetrieben. Die einzelnen Daubenstücke müssen mit den Fugenflächen recht dicht an einander schliessen, sonst soll es auf genaue Bearbeitung des Ganzen nicht ankommen, indem man darauf rechnet, dass sich die Aussenfläche bald durch den Gang an der Wandung des Kolbenrohrs glatt schleift; es ist aber kaum anders zu erwarten, als dass derartige Kolben die Wasser wieder fallen lassen und der Haltbarkeit des Kolbenrohrs nicht förderlich sind.

γ. Kolben mit Ring- oder Rinnenliderung.

Der Kolbenkörper erhält Behufs der Ring- oder Rinnenliderung einen abgedrehten Theil an der oberen Begränzung, welchen man zuweilen kegelförmig herstellt, und welcher zur Aufnahme der Liderung dient.

Als Material dient Leder, in neuerer Zeit wendet man vielfach

---

[127]) Wochenschr. des schles. Vereins a. a. O. Jahrg. 1860. S. 57. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9 A. S. 184.

Segeltuch[128]) an, welches sich namentlich beim Abteufen sehr gut bewährt, doch darf das Kolbenrohr nicht ausgefressen sein; die Streifen des Segeltuches werden so über einander gelegt, dass sie mit der Stirnfläche gegen die Wand des Kolbenrohrs reiben. Auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen[129]) hat man derartige Kolben, bei welchen die Liderung aus Ringen abwechselnd von Leder und Metall gebildet wird; die Metallringe sind 13 Millimeter schmaler als die Lederringe, welche deshalb viel haltbarer sind, als Lederstulpen, weil sie mit der Stirnfläche des Leders gegen die Kolbenrohrwand reiben. Auf den Gruben des Kölner Bergwerksvereins hat man mit Vortheil federnde Ringe von bestem weichem Gussstahl als Liderung benutzt[130]); die Gussstahlringe, deren man 3 aufbringt, sind 13 Millimeter hoch und breit und haben im freien Zustande 78 bis 105 Millimeter auseinander zu klaffen, während sie beim Einlegen in die Nuten des Kolbenkörpers durch Hämmern in die kreisförmige Gestalt gebracht werden. Indem das Wasser aus den in der Höhe etwas geräumigeren Nuten hinter die Ringe treten kann, werden dieselben vermöge ihrer federnden Kraft an das Kolbenrohr gepresst, wodurch die Liderung bewirkt wird. Diese Kolben haben sich von vorzüglicher Haltbarkeit bewährt, ohne dass das Kolbenrohr mehr, als mittelst gewöhnlicher Liderung angegriffen würde. Auf der Grube Heinitz in Oberschlesien sind die eisernen Liderringe durch solche von Phosphorbronce mit Vortheil ersetzt worden[131]).

Auf der Grube Gouley bei Aachen hat man Kolben construirt, deren Liderung, falls sie keinen vollständigen Schluss mehr abgiebt, nachgeschraubt werden kann, wie bei den Stopfbüchsen. Die Liderung aus Hanfstricken bestehend ruht auf dem Ansatz aa des Kolbenkörpers, Fig. 791, und wird durch den Bügel bb zusammengedrückt, welcher mit einer Schraubenmutter c in Verbindung steht, welche um die als Schraubenspindel dienende Kolbenstange d sich dreht; hat die Liderung nachgelassen, so wird die Schraube angezogen.

Auf der Grube Grands-Makets in Belgien hatte man bei einer unterirdischen Tangye-Pumpe das Kolbenrohr mit Metall ausgefüttert und den Kolben mit Stahlringen gedichtet; anfänglich betrug der Nutzeffect 80 Procent, liess aber nach wenigen Monaten auf 25 Procent nach, weil die Metallringe das Futter eingerissen hatten und in Folge dessen in Stücke sprangen. Man dichtete den Kolben mit Kupferstulpen ab, erreichte aber auch nur einen Nutzeffect von 25 Procent. Endlich wählte man die in Fig. 792 dargestellte Liderung. Dieselbe besteht aus Ringen a aus ziemlich hartem Kautschuck, zwischen welche Kupferscheiben b eingelegt sind;

---

128) Ebenda. Bd. 9A. S. 184.
129) Ottiliä, ebenda. Bd. 8B. S. 115.
130) Ebenda. Bd. 10A. S. 205.
131) Ebenda. Bd. 24B. S. 153.

der so armirte Kolben wird in den Pumpencylinder gebracht, worauf durch Anziehen der Mutter c die Ringe comprimirt werden, bis sie dicht abschliessen; nach etwa 20 bis 25 Tagen ist die Schraube von Neuem nach-

Fig. 791.

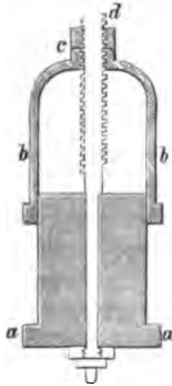
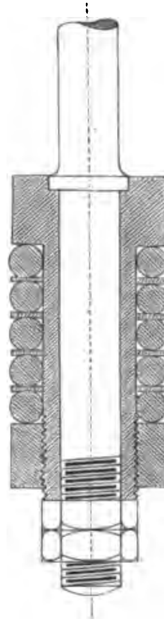


Fig. 792.



zuziehen. Nach mehrjährigem Gebrauch hat man mit diesem Kolben dauernd einen Nutzeffect von 85 Procent erreicht, wobei die Ringe höchstens einmal im Jahre zu erneuern sind[132]).

δ. Trichterkolben.

In der einfachsten Form erscheinen die Trichterkolben als Beutelkolben, wie man sie früher bei den Handpumpen kannte: ein kegelförmiger Lederstulp wird über die Kolbenstange gezogen, an deren unterem Ende der Umfang der kleinen Kegelgrundfläche angenagelt wird; beim Aufziehen bläht sich der Stulp auf und hebt das Wasser in die Höhe, beim Niederdrücken legt er sich zusammen und saugt Wasser an.

Man hat diesen Kolben eine verbesserte Construction gegeben und sie auch bei grösseren Anlagen als zweckmässig erprobt.

Auf der Steinkohlengrube Leopold in Westfalen[133]) benutzte man einen

[132]) Revue universelle. Bruxelles 1877. p. 680. — Dingler polyt. Journal. Bd. 226. S. 242. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1878. S. 272.

[133]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6B. S. 172.

eisernen, mit der Spitze nach Unten gekehrten, hohlen Kegel, dessen Wandung gitterförmig durchbrochen war, der obere Rand des Kegels trug einen eisernen Ring mit gewöhnlicher Lederstulpenliderung, im Innern legte sich über die gegitterte Wandung des Kegels ein Trichter von Leder, welcher auf der einen Seite aufgeschnitten ist, und dessen Schnittränder sich decken; durch den Trichter und den Kolbenkörper hindurch geht die Kolbenstange, welche unten durch einen Spliesskeil befestigt ist. Die Wirkung ist vollkommen der des Beutelkolbens gleich; der Kolben dient zugleich als Ventil. Man hatte durch diese Einrichtung auf König Leopold die Kolbenliderung von dem eigentlichen Trichter getrennt, weil man auf österreichischen Gruben[134]) die Erfahrung gemacht hatte, dass, wenn der obere Rand des Ledertrichters, über den eisernen Kolbenkörper hervorragend, gleichzeitig die Liderung bildete, sich das Leder am Rande über dem eisernen Kegel sehr leicht durchreibt, weshalb man auch dort dazu übergeht, den Trichter nur als Ventil wirken zu lassen und in dem äusseren Rande des Kolbenkörpers innerhalb einer Nut eine Ringliderung von Guttapercha anzubringen, welche, indem man die Wandung des Kolbenkörpers durchbohrt, hydrostatisch wirkt, da das Wasser den Guttaperchaing gegen die Rohrwandung drückt.

Auf der Steinkohlengrube bei Karling im früheren Moseldepartement[135]) hat man derartige Kolben mit einem Trichter von Guttapercha angewendet. Auf einer kegelförmigen eisernen Scheibe, welche mit 14 Oeffnungen versehen ist und welche gegen den Pumpenstiefel einen 1 Millimeter weiten Spielraum lässt, liegt ein Trichter aus Guttapercha, welcher beim Niedergange sich zusammenzieht und das Wasser durchlässt, beim Aufgange aber gegen die Wandung des Kolbenrohrs ablidert. Auch hier ist, wie in sonstiger Anwendung, der vortheilhafte Gang der Pumpe, so wie die Vermeidung jedes Stosses beobachtet; ausserdem bietet der Trichter aus Guttapercha den Vortheil dar, dass man ihn, wenn er unbrauchbar geworden, wieder verwenden kann, indem man ihn in bis auf 70 Grad erwärmtes Wasser aufweicht und in einer Holzform wieder zu einem neuen Stulp verarbeitet.

Nach Rittinger sollen indess diese Kolben nur bei niedrigen Sätzen, höchstens bis zu 15 Meter noch zweckmässig anwendbar sein, was durch die Erfahrungen bei Karling allerdings widerlegt wird.

Kolben mit hydrostatischer Liderung, von Maschinenmeister Loch construirt, sind beim Abteufen der Porembaschächte bei Zabrze in Oberschlesien mit Vortheil angewendet, indem sie 20 bis 30 Tage in Betrieb

---

[134]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1854. S. 21. Jahrg. 1855. S. 24.

[135]) Bemerkungen über den Bau auf den Steinkohlenflötzen im Moseldepartement in Dr. Hartmann allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung. Quedlinburg 1863. S. 221.

gewesen sind, während gewöhnliche Stulpkolben alle 6 Stunden ausgewechselt werden mussten[136]).

ε. Röhrenkolben.

Die Röhrenkolben finden bei der sog. einachsigen Mönchskolben-, Hub- und Druckpumpe Anwendung und werden dort erwähnt werden.

2. Druckpumpen.

Die gewöhnlichen Druckpumpen sind jetzt die Plungerpumpen, welche zuerst in den Kupfer- und Zinnerzgruben in Cornwall zur Anwendung gelangt sind. Für diese ist im Allgemeinen die Anordnung so getroffen, dass das Plungerrohr (Kolbenrohr) seitwärts steht und das Steige-

Fig. 793.

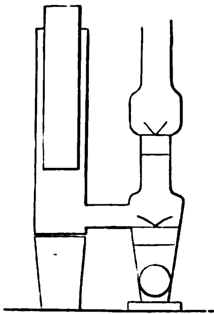
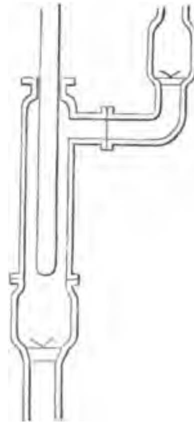


Fig. 794.



rohr mit den Saug- und Druckventilen in einer Achse liegt, aber man findet auch wohl das Saugventil unterhalb des Plungerrohrs; die erstere Anordnung ist die bessere und allgemein üblich in Westfalen und Belgien, Fig. 793, die andere, Fig. 794, vorherrschend in Schlesien[137]). Diese setzt voraus, um Reibungen zu vermeiden, dass der Durchmesser des Kolbenrohrs bedeutend grösser ist, als der des Plungers, weil das der Grundfläche des Plungers entsprechende, angesaugte Wasserquantum in dem ringförmigen Raum zwischen Plunger und Rohrwandung Aufnahme finden muss, der Querschnitt dieses Raumes muss also mindestens dem des Plungers gleich sein. Beispielsweise ist bei einem 47 Centimeter weiten Plunger der Querschnitt 0,174 □ Meter, hierzu hat man ein 65 Centimeter weites Kolbenrohr von 0,336 □ Meter nöthig, so dass der ringförmige Raum einen Querschnitt von 0,162 □ Meter hat, dagegen genügt bei der ersten Einrichtung

[136]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 101.

[137]) Schlesische Wochenschrift a. a. O. Jahrg. 1860. S. 228.

für einen 63 Centimeter weiten Plunger ein Kolbenrohr von 67 Centimeter Durchmesser. Auf Gruben bei Saarbrücken hat man sogar in einem 53 Centimeter weiten Kolbenrohr einen 52 Centimeter starken Plunger, wo dann aber das Rohr ausgebohrt sein muss[138]); es steht auch hier, wie in Schlesien, das Plungerrohr in der Achse des Saugventils, um aber das weite Kolbenrohr zu vermeiden, hat man, Fig. 795, zwischen Saug- und Druckventil ein weites Verbindungsrohr eingeschaltet. Auf der Steinkohlengrube Dorstfeld bei Dortmund hat man, obwohl das Saugventil in der

Fig. 795.

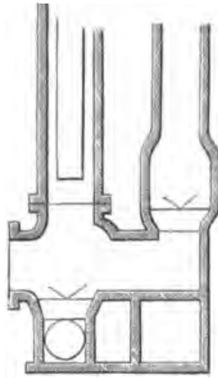
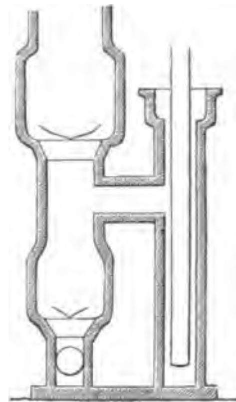


Fig. 796.



Achse der Steigröhren liegt, Fig. 796, dem Kolbenrohr bei einem 52 Centimeter starken Plunger einen Durchmesser von 73 Centimeter gegeben. Eine Schwierigkeit bei der zweiten Anordnung der Plunger bereitet die Auswechselung des Ventilkastens, weil derselbe mit dem Plungerrohr verbunden ist.

Die Plunger sind hohle Cylinder, welche unten geschlossen werden, entweder schon im Guss oder durch Verschrauben oder Einkitten einer besonderen Platte. Der Plunger wird abgedreht, weil er in der Stopfbüchse dicht schliessen muss, das Plungerrohr dagegen bleibt im Innern roh, so dass es beim Vorhandensein von sauren Wassern vermöge der vorhandenen härteren Gussrinde weniger leicht angegriffen wird. Den Plunger schützt man wohl gegen saure Wasser durch Umlegen eines dünnen Mantels von Messing, oder man macht ihn ganz aus derartigem Metall oder aus Rothguss, wie es oben S. 554 von der Pumpenanlage auf Krugschacht der Königsgrube in Oberschlesien erwähnt ist, wo nicht nur der Plunger, sondern auch das Kolbenrohr und der Ventilkasten zum Schutze gegen saure Wasser aus Rothguss hergestellt sind.

Auf einer Steinkohlengrube in Oberschlesien hat man zum Schutze gegen saure Wasser versuchsweise einen hölzernen Plunger angewendet,

[138]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1857. S. 5.

da die eisernen stark angegriffen wurden[139]). Der Plunger erhielt $65^{1}/_{2}$ Millimeter Länge, $21^{3}/_{4}$ Millimeter Durchmesser, wurde aus kernigem Eichenholz gefertigt und mit warmem Leinölfirniss getränkt. Die beiden Hirnenden wurden mit Eisenringen umschlossen und mit gusseisernen Scheiben bedeckt; durch den Kolben wurde Behufs seines Anschlusses an das Gestänge eine schmiedeeiserne Stange hindurchgeführt, welche oben mit einem Bund aufsitzt, unten durch einen Splint gehalten wird. Der Versuch hat einen sehr befriedigenden Erfolg gehabt.

Das Plungerrohr wird oben abgeschlossen durch eine Stopfbüchse, durch welche der Plunger hindurchgeht; zur dichten Abliderung desselben befinden sich in der Stopfbüchse Packungen von eingefetteten Hanfzöpfen oder von Gummiringen, welche durch Anziehen der Schrauben an der Stopfbüchse zusammengepresst werden; man füttert zu dem Zweck die Stopfbüchse auch wohl mit Messingringen aus, welche die Reibung verringern. Um die Reibung geringer zu machen, bringt man in dem Stopfbüchendeckel Rinnen zur Aufnahme von Schmiere an, welche nach und nach zu dem Liderungsmaterial hinzutritt und dasselbe geschmeidig erhält.

Bei der Zusammensetzung der Theile muss man Sorge tragen, dass alle Verbindungsröhren in ihrem Durchmesser ein richtiges Verhältniss haben, wie z. B. die oben mitgetheilte Pumpe von der Grube Dorstfeld bei einem 55 Centimeter weiten Saugrohr und $62^{3}/_{4}$ Centimeter grossen Ventilen in allen Verbindungsröhren einen Durchmesser von 55 Centimeter hat.

An den Ventil- und Liderkasten hat man wohl Hähne angebracht, um vor dem Lidern die Wasser bequem ablassen zu können; um dann nach dem Lidern die Pumpe leicht wieder in Gang zu setzen, bringt man mittelst eines kleinen Verbindungsrohrs, welches durch einen Hahn zu öffnen ist, Wasser aus dem Steigrohr über das Saugventil. Auch befindet sich wohl oben am Kolbenrohr ein Hahn zum Ablassen etwa angesammelter Luft, welche man aber auch abführen kann, indem man das Kolbenrohr mit dem Steigrohr durch ein kleines Rohr verbindet, welches mittelst Hahn zu öffnen ist und durch welches die Luft in das Steigrohr entweichen kann.

Das Material und die Construction der Steigröhren ist denen bei den Saugpumpen völlig gleich, ebenso weichen die Ventile in Nichts ab; in neuerer Zeit nimmt man für Druckpumpen ganz besonders Haubenventile.

Pumpen mit von Unten schiebenden Plungern kommen selten vor; auf dem Schacht David der Grube Himmelfahrt ist eine solche durch Brendel erbaut. Die Ventile liegen in einem prismatisch gestalteten Kasten, in welchen das Plungerrohr einmündet. Das Wasser lastet mit seinem Druck auf der Liderung in der unterhalb liegenden Stopfbüchse, so dass dieselbe allmälig undicht wird und das Wasser leicht hindurchsickert.

Druckpumpen mit anschliessenden Kolben sind ebenfalls selten. Drückt der Kolben beim Niedergange, so kann das Rohr oben offen sein

[139]) Hauchecorne a. a. O. Bd. 17B. S. 67.

schiebt der Kolben das Wasser von Unten nach Oben, so lässt man das Kolbenrohr wohl sich bis in den Sumpf verlängern, um luftdichten Abschluss zu erreichen, wie auf dem Silbersegner Richtschacht. Die Construction solcher Kolben ist mannigfaltig, bald an Stulp-, bald an Rinnenliderung erinnernd, wie aus Fig. 797, 798, 799 hervorgeht; bisweilen sind

Fig. 797.

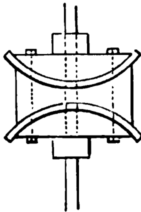


Fig. 798.

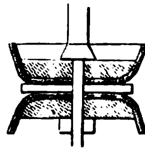
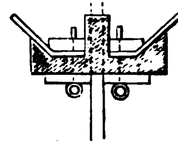


Fig. 799.



sie auch so construirt, dass sich ein Theil am anderen hervorschrauben lässt, wodurch die Liderung angepresst wird. Unter allen Umständen muss für den Gebrauch dieser Kolben das Rohr ausgebohrt werden.

Die bisher behandelten Pumpeneinrichtungen sind einfach wirkend, d. h. der Ausguss erfolgt intermittirend. Um einen constanten Ausfluss zu bewirken, hat man verschiedene Combinationen und Vorkehrungen getroffen. Man hat zwei Pumpen combinirt, deren Kolben sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen, und welche das Wasser in ein gemeinschaftliches Steigerohr schaffen; die vier Ventile liegen in einem gemeinschaftlichen Ventilkasten zwischen den beiden Kolbenrohren und bilden ein rechtwinkeliges Kreuz, je 2 einem Kolben zugekehrte Ventile sind zugleich geöffnet, beziehungsweise geschlossen, Fig. 800. In anderen Fällen hat man zwischen einem System von 4 Ventilen nur einen Kolben, Fig. 801, und bildet so eine doppelt wirkende Pumpe, in welcher sowohl beim Niedergang, wie beim Aufgang des Kolbens Ausguss stattfindet. Lottner erklärt diese Pumpen für unzweckmässig, weil sie zur Aufstellung doppeltwirkender Maschinen zwingen, und auch Ponson[140]) empfiehlt sie nicht; dennoch haben sie verbreitetere Aufnahme in Westfalen, auch in Oberschlesien, erlangt.

In neuerer Zeit hat man grosse Fortschritte gemacht, hohe Drucksätze[141]) anzuwenden, namentlich auf den westfälischen Steinkohlengruben, wo früher das Maximum 136 Meter auf der Grube Zollverein war und man inzwischen auf 144 Meter auf der Grube Gewalt bei Steele, 153 Meter auf der Grube Helene bei Witten und bis über 188 Meter auf der Grube von

---

140) Ponson a. a. O. III. S. 466.

141) v. Detten: Die im Oberbergamtsdistrikt Dortmund zur Anwendung kommenden Wasserhaltungsmaschinen- und Pumpensysteme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 320.

der Heydt gestiegen ist. Man vertritt zwar immer noch die Ansicht, dass so hohe Sätze zu vermeiden sind, weil die Steigrohre sehr starke Wände erhalten müssen, die Fugen nicht dicht zu halten, die Liderung nicht haltbar und die Ventile nicht schliessend herzustellen, so wie Stösse und in Folge dessen Brüche nicht zu vermeiden sind; andererseits vermehrt man mit

Fig. 800.

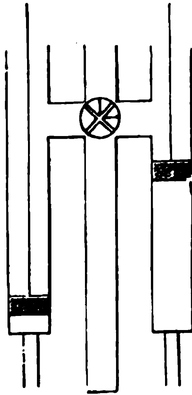
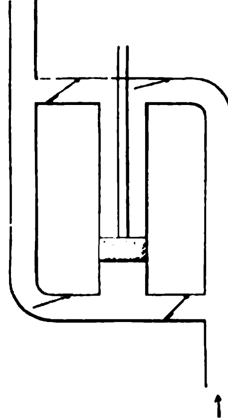


Fig. 801.



der Anzahl der Sätze die Gelegenheit zu Brüchen und Unregelmässigkeiten und erhöht in bedeutendem Maasse die Anlage- und Unterhaltungskosten. Ohne Gefahr wird man immerhin die Höhe der Drucksätze auf 125 bis 150 Meter wählen können. Um die Steigröhren leichter herzustellen, werden sie immer mehr aus Blechen gefertigt, welche bei einem fünffach geringeren Gewicht einen gleichen Widerstand, wie die gusseisernen Röhren haben[142]. Der Höhe der Sätze sind auch die Dimensionen gefolgt. Während früher der Durchmesser des Plungers 392 bis 471 Millimeter die Regel war, ist derselbe jetzt bis zu 785 Millimeter gestiegen[143]. Bei diesen grossen Dimensionen erhalten aber die einzelnen Theile so grosse Massen, dass namentlich im Ventilkasten eine ungleichmässige Spannung in den verschiedenen Theilen nicht zu vermeiden und dadurch Zerstörungen gerade in diesem wichtigsten Theile des Apparats zu befürchten sind, wie sie factisch bei der ersten Inbetriebsetzung derartiger Pumpen zu beklagen gewesen sind; namentlich der Steg in dem Ventilkasten fällt, um die arbeitenden Theile auf das äusserste Maass zusammenzudrängen, sehr schmal und hoch aus und ist der Zerstörung am leichtesten ausgesetzt, wie er auch in allen derartigen Fällen gleichmässig an derselben Stelle, wo der Steg mit der Wandung zusammentritt, geborsten ist. Ausserdem ist bei diesen Pumpen das Verhältniss des Plungerquerschnitts und der freien

---

142) Ebenda. S. 339.
143) Ebenda. S. 320.

Ventilöffnung in der Regel ein ungünstiges, weil die Ventile zur Raumersparung eine kleinere Oeffnung erhalten und dadurch zu Reibungshindernissen und Stössen Veranlassung geben, welche wiederum nachtheilig auf die Haltbarkeit der arbeitenden Theile wirken. Zur Vermeidung dieser Nachtheile sind an den Saugventilkasten Sicherheitsventile angebracht, welche sich in einem an die Wandung des Kastens angegossenen, nach Aussen gehenden Rohre befinden und jedes Mal abspritzen, wenn der Druck im Innern nur um ein Weniges grösser wird, als ihn die Wandung beim normalen Pumpenbetriebe aushalten kann; sobald das Gleichgewicht wieder hergestellt wird, schliesst sich das Ventil sofort wieder. Solche Sicherheitsventile haben in gegebenen Fällen bei unvorhergesehenen Stössen in der Pumpe stark abgespritzt und offenbar die Ventilkästen vor dem Zerspringen geschützt[144]).

Die Veranlassung von Stössen in den Pumpen ist die Thatsache, dass zum Anheben der Druckventile eine bedeutend grössere Kraft erforderlich ist, als zum Ueberwinden sämmtlicher Widerstände in der weiteren Druckperiode. Von vielen Seiten wird das Verhältniss der Auflagerfläche des Ventils zu dessen freiem Querschnitt als maassgebend für die Erhöhung des Druckes beim Anheben angesehen, so dass also dieser Druck um so grösser sein würde, je grösser die Auflagefläche des Druckventils ist, von anderer Seite wird dieser Behauptung widersprochen[145]). Zur Vermeidung dieses Missverhältnisses sind die getheilten Ventile zur Anwendung gelangt, so dass der Druck zuerst auf eine kleine Fläche und erst nach deren Anheben auf die ganze Ventilfläche zu wirken hat. Um die nothwendige Kraft, welche zur Oeffnung des Ventils erforderlich ist, bereit zu haben, erhält das Gestänge ein solches Gewicht, dass dasselbe bei seinem Niedergange den Druck überwindet; da aber nach dem Anheben des Ventils das Gewicht des Gestänges einen Ueberschuss in sich trägt, so muss man dasselbe stärker, also theurer construiren, als es für die weiteren Stadien des Hubes nothwendig wäre. Diese Ueberlast des Gestänges hat den weiteren Nachtheil, dass zu ihrer Ueberwindung beim Wiederheben des Gestänges Contrebalanciers angebracht werden müssen.

Demselben Gegenstand hat der Generalinspector Bochkoltz, früher in Wien, seine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und zur Abhilfe der Uebelstände einen sogenannten Kraftregenerator angegeben[146]). Boch-

---

[144]) Glückauf. Essen 1869. No. 6. 12. 16.

[145]) Vergl. hierüber die in Anm. 90 angegebenen Quellen. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 32; Bd. 25 S. 69. 137. — Der Berggeist. Köln 1881. S. 217. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29 B. S. 251.

[146]) A. Bochkoltz: Der patentirte, mittelst comprimirter Luft wirkende Kraftregenerator zur Beseitigung der durch selbstthätige Pumpenventile veranlassten erheblichen Arbeitsverluste. Wien 1869. — Derselbe in Glückauf. Essen 1869. No. 44. 45. 46. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 333. —

koltz sieht die Brüche in den Ventilkästen nicht beseitigt, wenn man nicht auf Beseitigung ihrer Ursache zurückgeht, da bisher die Stärke der Ventilkastenwandungen rein empirisch und nicht auf Rechnung basirt gewählt werde; es ist aber die Grösse des hydraulischen Druckes, welcher zeitweise auf die Wandungen wirkt, und dessen nachtheilige Folgen beseitigt werden müssen. Dieser Moment des höchsten hydraulischen Druckes tritt ein beim Oeffnen der Ventile, und, da die unteren Flächen der Ventile kleiner sein müssen, als die oberen, der von Unten kommende Druck zum Oeffnen des Ventils aber grösser sein muss, als der oben auf dem Ventile lastende, so ist auch Bochkoltz der Ansicht, dass der Druck auf die Flächeneinheit der unteren Fläche beträchtlich grösser, als auf die der oberen ist, im umgekehrten Verhältniss der beiden gedrückten Flächen steht und sich im Durchschnitt wie 1,40 zu 1 verhält, d. h. der untere Druck muss auf die Flächeneinheit 40 Proc. grösser sein, als der obere: er wird geringer sein können bei wenig dicht schliessenden Ventilen, um so bedeutender bei vollkommen auf dem Ventilsitz schliessenden Ventilen, wobei Bochkoltz den Ventilen keine Rechnung trägt, welche darauf eingerichtet sind, dass nicht die ganze Ventilfläche plötzlich mit einem Stoss zu heben ist, sondern dass ein allmäliges und theilweises Heben stattfindet. Ein solcher Drucküberschuss von durchschnittlich 40 Procent im untern Ventilkasten findet aber nur während kurzer Zeit und momentan statt und zwar in dem Augenblicke, wo der Plunger auf das im Kolbenrohre und im untern Ventilkasten befindliche Wasser zu drücken anfängt und bevor noch das Druckventil sich geöffnet hat; sobald das Letztere geschehen, erfolgt im Ventilkasten eine sofortige Entlastung und der Druck gleicht sich mit dem der über dem Ventil stehenden Wassersäule aus. Jener Moment genügt aber, die beklagenswerthesten Zerstörungen herbeizuführen, wie sie in vielen Fällen vorgekommen sind. Andere heftige hydraulische Stösse werden veranlasst durch die Ansammlung von Luft in dem oberen Theile des Plungerrohrs beim Beginn der niedergehenden Bewegung des Plungers. Man hat zur Beseitigung dieses Uebelstandes wohl die Pumpen so angeordnet, dass der Wasseraustritt direct unter der Stopfbüchse des Plungers stattfindet, wobei man aber dem Uebelstande begegnet, dass das Plungerrohr viel weiter als gewöhnlich sein müsste, um dem Wasser Raum zwischen Plunger und Rohrwandung zu gestatten, weshalb man zu dem Wasseraustritt im unteren Theile des Rohres zurückgekehrt ist. Um der Luftansammlung zu begegnen, hat man unterhalb der Stopfbüchse im Plungerrohr ein kleines 13 bis 20 Millimeter weites, mit einem Absperrhahn versehenes, etwas ansteigendes Rohrstück mit dem Steigrohr in Verbindung gesetzt. Für

---

Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 1. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIV. p. 387; 2 série, t. II. p. 133. 559. — Annales des mines. Paris. 7 série. t. I. p. 342; t. II. p. 337; t. IV. p. 8. 18. — Revue universelle des mines etc. Paris. t. XXXI. p. 384.

gewöhnlich ist der Absperrhahn geschlossen; von Zeit zu Zeit, und zwar alsdann beim Niedergange des Kolbens, wird er geöffnet, um die etwa angesammelte Luft entweichen zu lassen. Diese Operation muss aber oft wiederholt werden, wenn sie Sicherheit gewähren soll, was immerhin eine aufmerksame und bei tiefen Schächten schwierige Bewartung voraussetzt. Deshalb ist man dazu übergegangen den Absperrhahn nicht ganz zu schliessen, so dass jede noch so kleine Luftmenge in das Steigrohr übertreten kann; nur beim Anlassen muss der Hahn so lange geschlossen bleiben, bis das Steigrohr über die Einmündungsstelle des Luftrohrs mit Wasser gefüllt ist. Um aber auch dieses theilweise Schliessen des Hahns zu vermeiden, hat man statt desselben ein kleines selbstthätiges Ventil angebracht, welches sich gleich dem Druckventil bei jedem Kolbenniedergange öffnet und sofort wieder schliesst, wodurch man in den Stand gesetzt ist, dem Luftrohr einen grösseren Querschnitt bis 13,68 und 20,52 Quadratcentimeter zu geben, so dass die Luftansammlung im Kolbenrohr vermieden wird. — Um den unterhalb des Druckventils nothwendigen erheblich höheren Druck, als der auf demselben lastende, hervorzubringen, bedarf das Gestänge bei einfach wirkenden Maschinen einen namhaften Ueberschuss über das der Wassersäule das Gleichgewicht haltende Gewicht, so dass also zum Heben des Gestänges in der Maschine eine viel grössere Kraft entwickelt werden muss, als sonst erforderlich wäre. Hierdurch wird aber nicht nur der dynamische Effect der Maschine verringert oder umgekehrt ein zu grosses Anlagekapital und eine überflüssige Unterhaltungsausgabe für die Maschine hervorgerufen, sondern es ensteht auch die Gefahr eines plötzlichen Nieder-ganges des überlasteten Gestänges, welche nur durch von der Maschine selbst bewirkte Drosselung des Dampfes verdeckt, aber nicht verhindert wird. — Um die hier erwähnten Effectverluste und Gefahren vor Betriebsstörungen zu beseitigen, hat Bochkoltz den Kraftregenerator vorgeschlagen. Derselbe besteht in einem ausgebohrten Cylinder abcd, Fig. 802, welcher oben und unten durch einen Deckel geschlossen ist; durch beide Deckel ist mittelst Stopfbüchse eine Kolbenstange mn geführt, welche an das Hauptpumpengestänge angeschlossen ist. An der Kolbenstange ist ein Kolben ef befestigt, welcher gegen die Cylinderwände abgelidert und in der Zeichnung in dem Moment dargestellt ist, wo das Pumpengestänge den tiefsten Stand erreicht, während bei dessen höchstem Stande der Kolben die Stellung e'f' einnimmt. Aus dem Cylinder führt bei b und d eine Röhre in die Ventilkästen A und B, welche mit kleinen Lufthähnen l und l' und mit entsprechend belasteten, nach Aussen sich öffnenden Sicherheitsventilen o und o' versehen sind. Der Cylinder ist ober- und unterhalb des Kolbens mit Luft von atmosphärischer Spannung angefüllt; öffnet man den unteren Lufthahn l, so tritt beim Aufgange des Gestänges Luft unter den Kolben, so dass, wenn der Kolben die Stellung e'f' einnimmt und der Hahn l geschlossen wird, unter dem Kolben Luft von atmosphärischer Spannung sich befindet, während die Luft über dem Kolben beim Aufgange desselben

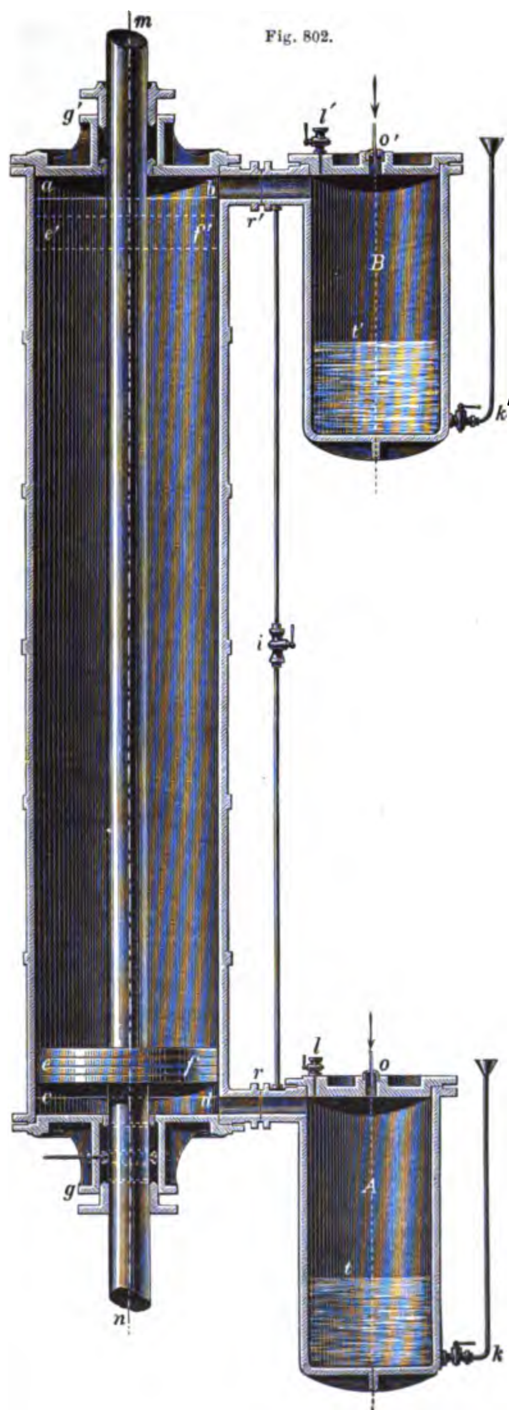


Fig. 802.

allmälig comprimirt worden ist und eine Spannung erhalten hat, welche im umgekehrten Verhältnisse des verminderten Volumens zum Anfangsvolumen steht. Die so comprimirte Luft übt aber die erforderliche Supplementarkraft auf das Gestänge aus, welche dasselbe bedarf, um das Druckventil zu heben, so dass es dann nicht mehr erforderlich ist, diese ergänzende Kraft in das Gewicht des Gestänges zu legen. Wenn das Kunstgestänge und mit ihm der Kolben in dem Regenerator niedergeht, dehnt sich die über demselben comprimirte Luft wieder aus, während die unterhalb befindliche comprimirt wird und eine Entlastung auf das Kunstgestänge hervorbringt. Die durch die Expandirung der über dem Kolben befindlichen comprimirten Luft hervorgebrachte Arbeit muss gleich sein der Arbeit, welche durch die Compression der unter dem Kolben eingeschlossenen Luft absorbirt wird, und eben so umgekehrt. Hieraus folgert Bochkoltz, dass der Apparat dem vorgesteckten Zweck vollständig entspricht, „indem er nicht nur die zur selbstthätigen Hebung der Pumpenventile erforderlichen Supplementarkräfte jedesmal in der gewünschten Richtung (nach abwärts oder aufwärts) wirken lässt, sondern auch keinen unnützen Arbeitsüberschuss erzeugt, welcher auf Kosten des Nutzeffects der Maschine auf künstlichem Wege wieder vernichtet werden müsste.“ Wir unterlassen es auf die weiteren Detailausführungen des Erfinders hier einzugehen. Wenn man auch der ausgesprochenen Ansicht beipflichten muss, dass bei dem fast niemals vorhandenen dichten Abschluss der Ventile oder bei deren Construction aus elastischen Materialien die Supplementarkraft nicht in dem Maasse, wie sie Bochkoltz voraussetzt, nothwendig sein wird, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass sein Apparat geeignet ist, die sonst vorhandenen Uebelstände bei hohen Pumpensätzen zu vermeiden. Der Professor Hrabák in Pzribram, welcher der Wirkungsweise der Druckpumpen die grösste Aufmerksamkeit schenkt, und welchem schätzenswerthe Mittheilungen zu verdanken sind, beleuchtet die Wirkungen des Kraftgenerators aus einem Versuche, welcher bei der einfachwirkenden Wasserhaltungsmaschine auf dem Engerth-Schachte bei Kladno in Böhmen gemacht ist; er findet, dass der Kraftregenerator eine Supplementarkraft zu geben im Stande ist, die Beschleunigung der Gestängetouren bewirkt und dadurch direct Ersparungen in dem Betriebe hervorruft [147]). Zu den gleichen, günstigen Resultaten, wonach man bei Anwendung des Kraftregenerators an Betriebskosten für Brennmaterial und Unterhaltung erspart und mit der Maschine die Leistungen erhöht, ist man auch bei Versuchen auf einer Grube bei Charleroi gelangt [148]).

In gleicher Absicht, wie Bochkoltz, d. h. um den ungleichen Druck

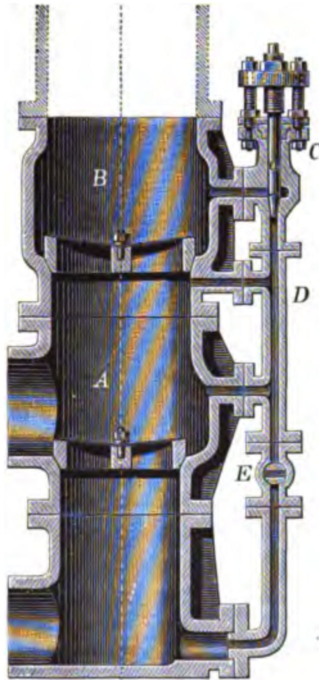
---

[147]) Hrabák in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien von v. Hauer. Bd. 24. S. 95. 249. 252.

[148]) Annales des mines. Paris. 7 série, tome I. p. 342. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, tome I. p. 601.

unter und über dem Druckventil beim Anheben desselben auszugleichen und die theure Gestängeüberlast zu vermeiden, hat der Maschinendirector Schoenemann einen Apparat construirt und patentirt erhalten. Der eigentliche Apparat wird auf ein gusseisernes Rohr D, Fig. 803, angebracht, welches zwischen dem Saugventilkasten A und dem Druckventilkasten B eingeschaltet ist. Der Apparat besteht aus dem Gehäuse C aus Gusseisen oder Metall, in welches eine Spindel a eingepasst ist; der untere Theil derselben ist konisch, passend in den gleichfalls konischen Sitz des Ge-

Fig. 803.



häuses, während der obere Theil der Spindel mit Gewinde versehen ist, um dieselbe höher oder tiefer zu stellen. Hierdurch kann eine Communication zwischen Saugventil- und Druckventilkasten hergestellt oder unterbrochen und bewirkt werden, dass beim Anfangsmoment des Gestängeniedergangs der Druck im oberen und unteren Ventilkasten gleich gross ist, und dass eine Gestängeüberlast nur noch zur Ueberwindung der Reibungswiderstände, nicht aber zur Oeffnung des Druckventils nothwendig ist. Man kann die Spindel der Art stellen, dass kaum ein merkbarer Wasserverlust beim Anhub des Gestänges eintritt. Der Hahn E bietet Gelegenheit, das Wasser aus dem Pumpwerk jederzeit ablassen zu können. Um keinen Wasserverlust zu erleiden, wird das Oeffnen und Schliessen der

Spindel durch das Gestänge selbst bewirkt, indem ein Hebelwerk zwischen der Spindel und dem Gestänge angebracht ist, durch welches beim Niedergang des Gestänges der Apparat geöffnet, beim Aufgange geschlossen gehalten wird. Die Nothwendigkeit und Nützlichkeit dieser Regulatoren und Regeneratoren wird, wie schon beim Bochkoltz'schen Apparat angedeutet ist, von anderen Ingenieuren geleugnet, indem bei dem niemals vorhandenen dichten Abschluss der Ventile und der Wirkung der Capillarkraft in den Fugen zwischen Ventil und Ventilsitz eine Ausgleichung des Druckes stattfindet und das Uebergewicht des Gestänges bisher nach theoretischen Grundsätzen weit über das praktische Bedürfniss hinaus zu hoch genommen worden sei. Nach den im Vorstehenden angegebenen Quellen (Anm. 145 bis 148) besteht über diesen Punkt unter den Maschinentechnikern zur Zeit noch eine wesentliche Meinungsverschiedenheit, welche noch erst zum Austrage gebracht werden muss; es mögen daher anderweite derartige Vorrichtungen, wie der pneumatische Regulator von Szellemy[149]), so wie der sog. geschlossene Sumpf von Daelen und Burg zu Neuss[150]) hier nur kurz Erwähnung finden.

Die Firma Haniel und Lueg zu Düsseldorf hat Kraftregeneratoren bei alten Maschinen angebracht und deren Gang wesentlich verbessert[151]). Fig. 804 zeigt einen Kraftregenerator, welcher für Schacht Clerget der Zeche Friedrich der Grosse bei Herne und für Zeche Ewald bei Recklinghausen mit gleich gutem Erfolge zur Anwendung gebracht ist. In dem auf dem Dampfcylinder der Wasserhaltungsmaschine stehenden, sauber ausgebohrten Regeneratorcylinder bewegt sich ein mit dem Dampfkolben in Verbindung stehender Kolben und comprimirt abwechselnd oberhalb und unterhalb im Cylinder die Luft. Letzterer steht am oberen und unteren Ende einerseits durch ein sich selbstthätig bewegendes Ventil mit der atmosphärischen Luft und andererseits mit einem Windkessel in Verbindung, welch letzterer theilweise mit Wasser gefüllt werden kann, um die Grösse des Luftdruckes zu reguliren. Auf jedem Windkessel befindet sich ein Manometer, um die Höhe des Druckes ablesen zu können, sowie ein Sicherheitsventil, um eine zu grosse Spannung zu vermeiden. Befindet sich der Kolben des Regeneratorcylinders in seiner tiefsten Stellung, so ist die Luft unterhalb und in dem einen Windkessel comprimirt, während sich oberhalb und in dem andern Windkessel Luft von atmosphärischer Spannung befindet. Bewegt sich der Kolben aufwärts, so vermindert sich die Pressung unterhalb des Kolbens, bis sie, wenn der Kolben in seiner höchsten Stellung angekommen ist, gleich dem Druck der Atmosphäre ist. Zugleich comprimirt sich die Luft oberhalb und in dem zweiten Windkessel durch Verringerung des Volumens. Bei jedesmaligem Hubwechsel hat man also

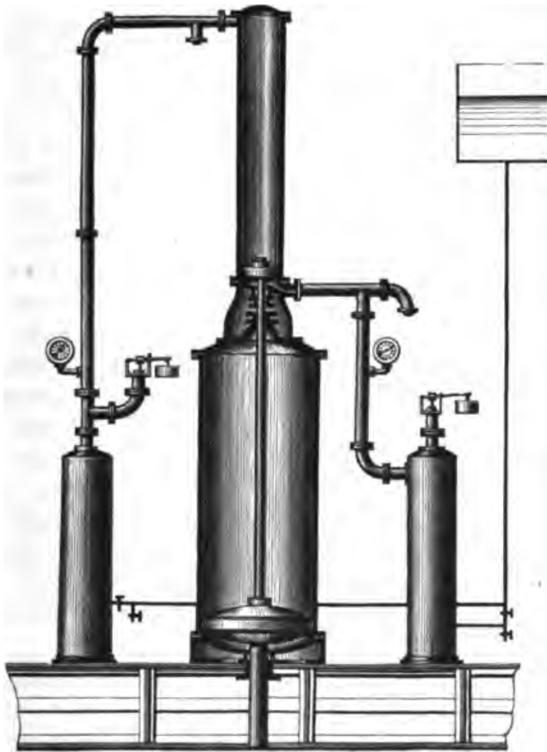
[149]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 69.

[150]) Glückauf. Essen 1877. No. 14.

[151]) Dingler polyt. Journal. Bd. 241. S. 235.

eine Supplementarkraft zur Dampfmaschine, welche abhängig von der Höhe des Druckes der comprimirten Luft und dem Kolbenquerschnitt ist, und welche so bemessen wird, dass sie dem zur Ventilhebung erforderlichen Druck gleichkommt. Die oben erwähnten, sich selbstthätig bewegenden Ventile gestatten einen Ersatz der etwa durch Undichtigkeiten entweichenden Luft. Für Zeche Friedrich der Grosse war der Regenerator für eine direct und doppeltwirkende Maschine von 1,6 m Durchmesser geliefert. Durch dessen Anwendung konnte die Tourenzahl der Maschine von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Hub

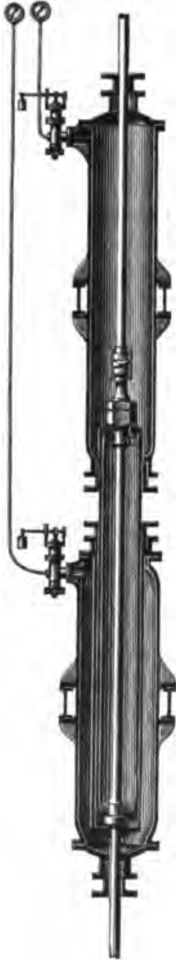
Fig. 804.



in der Minute auf $6\frac{1}{2}$ bis 7 Hub erhöht werden. Früher war es nicht möglich, diese Tourenzahl zu machen, weil das Gestänge zu sehr in Vibration gerieth. — So gute Erfolge durch diesen mit Luft arbeitenden Kraftregenerator auch erzielt sind, so lässt sich die Construction doch mit Vortheil nur bei direct wirkenden Maschinen zur Anwendung bringen. Bei Balancier-Maschinen, bei denen der Balancier oberhalb des Cylinders liegt, kann der Regeneratorcylinder nicht direct auf den Dampfcylinder gesetzt werden und dürfte dessen Anbringung oberhalb des Parallelogramms nur mit grossen Kosten zu bewerkstelligen sein. Aus dieser Veranlassung,

sowie auch aus dem Umstande, dass die absolute Abdichtung des im Regeneratorcylinder mit Luft arbeitenden Kolbens sehr schwierig ist, hat dieselbe Firma den in Fig. 805 dargestellten Kraftregenerator mit Plungerbetrieb construirt, welcher direct im Gestänge eingeschaltet wird. Eine Druckausgleichung kann hierbei absolut nicht stattfinden, weil die zwei Behälter in keiner Verbindung mit einander stehen. Diese Construction bedarf einer viel geringeren Wartung, was für die Praxis sehr wichtig ist. Das Princip ist dasselbe wie bei der oben bereits beschriebenen Construction und dürfte eine nähere Beschreibung des Apparates weiter nicht erforderlich sein. — Diese Kraftregeneratoren können sowohl für einfach, als doppeltwirkende Wasserhaltungen mit gleich gutem Erfolge angewandt werden, desgleichen gestatten dieselben eine Gestängeausgleichung auf das Vollkommenste zu erzielen, indem man entweder unterhalb oder oberhalb des Kolbens resp. Plungers mit grösserem Druck arbeitet, wie auf der anderen Seite. Die Maschine auf Zeche Clerget, welche einfach und direct wirkend arbeitet und ein zu grosses Gestängegewicht hatte, konnte des disponiblen Dampfes wegen nur 3 Hübe in der Minute machen. Ein Balancier zur Ausgleichung des überflüssigen Gestängegewichts war der Schachtverhältnisse halber nicht anwendbar. Nach Inbetriebsetzung des Regenerators, welcher unterhalb des Kolbens mit 1 bis 2 Atm. höherer Luftspannung arbeitet, als wie oberhalb, konnten bei demselben Dampfverbrauch 2 Hübe in der Minute mehr gemacht werden. Aus diesem Resultat ist zu ersehen, dass nicht allein die Leistung bedeutend vergrössert, sondern auch der Nutzeffect erheblich gestiegen war.

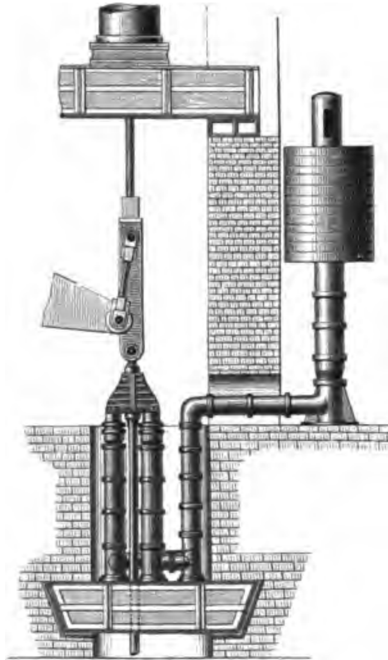
Fig. 805.



Bei einer grossen Wasserhaltungsanlage auf Zeche Urbanus in Westfalen, wozu eine vorhandene Wasserhaltungsmaschine mit einem unzureichenden Contrebalancier benutzt werden sollte, war die Aufgabe gestellt, eine weitere Gestängeausgleichung von 140000 kg herbeizuführen, ohne einen zweiten Contrebalancier anzuwenden, da die Anlage desselben nur unter sehr schwierigen Verhältnissen auszuführen war. Man wählte eine hydraulische Ausgleichung, wie solche in Fig. 806 dargestellt ist, und sind damit ganz vorzügliche Resultate erzielt. Direct unterhalb des Angriffspunktes des Contrebalanciers sind 2 Plunger mit Plungerröhren angeordnet, die auf kräftigen schmiedeeisernen Trägern verlagert sind, welche gleichzeitig als Fangträger für das Gestänge dienen. Die Plungerröhren stehen,

wie aus der Zeichnung ersichtlich, vermittelst einer Rohrverbindung mit einem Accumulator in Verbindung, welcher mit 140000 kg gusseisernen Gewichten belastet ist. Der Apparat arbeitet der Belastung entsprechend mit 50 Atmosphären Druck, functionirt dabei vollständig ruhig und ohne Stoss, obgleich die Maschine bei 3,14 Meter Hublänge zeitweise bis zu 7 Hübe in der Minute gemacht hat. Der geringe Wasserverlust, der durch die Stopfbüchsen entsteht, wird durch zwei kleine selbstthätige Speise-

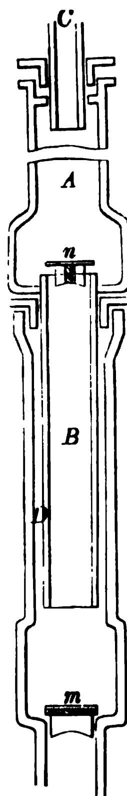
Fig. 806.



pumpen ersetzt. Der Apparat bedarf keinerlei Wartung oder Beaufsichtigung, nur müssen bei unausgesetztem Betriebe alle 2 bis 3 Monate, wie bei jeder anderen Pumpe, die Stopfbüchsen neu verpackt werden. Durch die vollständige Ausgleichung des Gestängeübergewichtes hat man in Folge mehrfacher Versuche überraschend günstige Resultate erzielt. Die Maschine ist eincylinderig, direct und doppeltwirkend, hat 1674 mm Cylinderdurchmesser und 3140 mm Hub und arbeitet mit 5 Atmosphären Dampfüberdruck. Die Pumpen sind doppeltwirkende Rittingerpumpen von 900 mm Durchmesser im grossen und 640 mm Durchmesser im kleinen Plunger und beträgt die Gesammtteufe 247 Meter. Trotzdem sind folgende Resultate mit der Anlage erzielt worden: 1852 Liter Wasser pro Hub = 94 Procent vom theoretischen Hubvolumen; die Nutzleistung der Maschine, wiederholt vermittelst Indicator gemessen, beträgt 85 Procent; der Kohlenverbrauch nach genauen Ermittelungen auf die Pferdekraft und Stunde Nutzleistung nach

einem viermonatlichen Durchschnitt 3,5 kg bei 6,44facher Verdampfung in den Kesseln. Unter Berücksichtigung, dass die Maschine nur eincylinderig ist und mit zur Zeit mangelhafter Condensation arbeitet, sind die vorstehenden, mit der grössten Sorgfalt wiederholt festgestellten Resultate als ganz vorzügliche zu bezeichnen. Die Lage des Accumulators kann sich dabei ganz nach den localen Verhältnissen richten, so dass sich hierfür in allen Fällen ein geeigneter Raum findet. Die hydraulische Ausgleichung in der dargestellten Anordnung hat ausserdem noch den Vortheil, dass das Gestänge am oberen Ende eine vorzügliche Führung erhält. Ganz ähnliche Anlagen sind für andere Zechen in Westfalen, sowie für die Mansfeld'sche Gewerkschaft in Eisleben und für die Königliche Berginspection zu Stassfurt ausgeführt.

Fig. 807.



Die von Rittinger[152]) angegebene einachsige Mönchkolbenpumpe, eine Combination einer Hub- und Druckpumpe, findet in Oesterreich und in neuerer Zeit in Oberschlesien viel Anwendung. Das Kolbenrohr A, Fig. 807, steht nach Unten mit dem Röhrenkolben B, nach Oben mit dem Steigrohr C in Verbindung; die Dichtung des Rohres A gegen das Steigrohr C erfolgt ebenso, wie die des Kolbens B gegen das Rohr D durch eine Stopfbüchse; das bewegliche Rohr AB steht mit dem Gestänge durch einen Krums in Verbindung, welcher an dem Kasten über dem Ventil n befestigt ist. Beim Anheben der Röhre AB, also beim Ueberschieben über die Röhre C wird Wasser durch das Ventil m angesaugt, beim Niedergehen öffnet sich das Ventil n und das Wasser tritt in das Rohr A und erfüllt den Raum, welchen bis dahin das Rohr C innerhalb A einnahm; da dieser aber kleiner ist, als das von B ausgegebene Wasserquantum, so tritt ein Ausfluss des Ueberschusses ein. Wenn die Pumpe gleich viel Wirkung beim Auf- und Niedergehen haben soll, so muss die Kreisfläche der Steigröhre C mit dem Durchmesser d halb so gross sein, wie die der Kolbenröhre B mit dem Durchmesser D, d. h. es muss

$$d = \frac{D}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ D$$

sein oder wenn D = 314 Millimeter, so ist d = 222 Millimeter zu nehmen. Diesen Rittinger'schen Pumpen entsprechen die Perspectivpumpen von Althans, welche in der Rheinprovinz mehrfach ausgeführt sind und noch den Vorzug haben, dass der Anschluss des Gestänges so gewählt ist, dass der Angriff der Kraft vollkommen centrisch bewirkt wird[153]). Diese Pumpen

---

[152]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1854. S. 20; Jahrg. 1858. S. 4.

[153]) Weisbach a. a. O. III. S. 873.

sollen sich beim Abteufen in sandigen Wassern sehr bewähren. Sie haben übrigens die Priorität der Erfindung vor der Construction von Rittinger voraus.

Neuerdings sind auf den Gruben bei Rosdzin, auch auf der Königsgrube und anderen Gruben in Oberschlesien derartige Pumpen eingebaut und arbeiten mit dem besten Erfolge[154]). Auf der Abendsterngrube bei Rosdzin hat ein solcher Satz 730 Millimeter Plungerdurchmesser und 89,8 Meter Höhe; an demselben hängen unten an Krumsen noch einerseits ein 730 Millimeter weiter und 35,8 Meter hoher Drucksatz; andererseits ein in Senkbäumen beweglicher Saugsatz von 737 Millimeter Kolbenweite und 31,4 Meter Höhe. Die Drucksatzrohre, welche das Gestänge bilden, sind aus 20 Millimeter starken Blechen hergestellt, die einzelnen Rohre 10 Meter lang; die Rohrverbindung geschieht durch Flantschen, welche schwach konisch ausgedreht sind und sich um das ebenfalls konisch ausgedrehte Rohrende auflegen, so dass sich beim Anziehen der Flantschenschrauben die lose umgelegten Flantschen fest um das Rohrende anpressen[155]).

Auf der Georggrube daselbst hat man zwei Rittingersätze senkrecht über einander eingebaut von je 62,75 Meter Höhe, von denen der untere dem oberen zuhebt und welchen die Wasser durch zwei im Schachttiefsten stehende Saugsätze von je 15,693 Meter Höhe zugeführt werden. Die Einrichtung der Pumpen ist hier im Wesentlichen dieselbe, wie auf Abendsterngrube; während hier aber die Bewegung der Pumpen durch eine direct wirkende Dampfmaschine erfolgt und auch das Heben und Senken des Saugsatzes durch diese bewirkt wird, dient auf Georggrube eine Schwungradmaschine zum Betriebe und wird das Heben und Senken durch eine besondere Dampfwinde besorgt[156]). — Auf der Königsgrube wurde eine solche Pumpe beim Abteufen eines Schachtes verwendet; dieselbe macht in der Minute 3 bis 30 Hübe und hebt bei 27 Hüben 1,5 Kubikmeter Wasser in der Minute. — Auch auf den Steinkohlengruben bei Jaworzno in Galizien so wie auf dem Tunnerschacht bei Leoben sind nach den Angaben Rittingers solche Pumpen aufgestellt worden[157]). — Auch auf Braun-

---

[154]) v. Hauer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 300. — Derselbe in Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 195. — Derselbe im Berggeist. Köln 1870. S. 561. — Undeutsch im Civilingenieur. Leipzig 1878. S. 267. — Derselbe in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 481.

[155]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 476. — Pietsch: Beschreibung der Wasserhaltungs- und Förderanlagen auf der Grube Abendstern bei Rosdzin in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 59.

[156]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 368.

[157]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1869. Wien 1870. S. 12. — Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1875. S. 431; 1881. S. 439. — Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 408.

kohlengruben in der Provinz Brandenburg sind diese bequem und leicht zu handhabenden Pumpen in Benutzung gekommen[158]).

Bei den von Hoppe construirten Sätzen kommen mannigfache Abstufungen im Durchmesser der Rohrflantschen und in der Zahl der Schraubenlöcher vor; um ein Rohr als Reservestück für alle vorhandenen Rohre des Drucksatzes bereit zu haben, wurde von Hoppe ein gegen die übrigen um 2 Meter kürzeres Rohr nebst einer Anzahl gusseiserner Mundstücke construirt, welche an die verschiedenen Flantschen passen[159]).

Savelsberg regt dazu an, durch genaue Indicatorversuche direct an den Schachtpumpen deren Gang in seinen einzelnen Theilen zu controliren, die Uebelstände, welche mit dem Betriebe verbunden sind, zu ergründen und dadurch auf Abstellung derselben hinzuwirken. Er hat die Versuche nur erst bei Pumpen, welche durch rotirende Maschinen betrieben werden, begonnen und behält sich vor, dieselben an Pumpen mit direct wirkenden Maschinen fortzusetzen und den Gegenstand dann weiter zu behandeln[160]).

Inzwischen hat Riedler, Professor zu München[160a]) durch eingehende Indicatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen die Wissenschaft und Praxis bereichert. Er hat seine Untersuchungen ausgedehnt bei den Pumpen: über den theoretischen Ventilüberdruck, über das Gewicht des Pumpenventils, über den Einfluss angesaugter Luft und hoher Temperatur des Wassers, über die Kolbengeschwindigkeit der Pumpen; von den Wasserhaltungsdampfmaschinen hat er die Gestängemaschinen ohne Schwungrad, dieselben mit Schwungrad, sowie die unterirdischen Maschinen untersucht. In Betreff des Ventilüberdrucks ist dargethan, dass es, wenn auch in einzelnen Fällen wahrnehmbar, doch in der theoretisch muthmasslichen Grösse, nicht existirt, selbst bei solchen Ventilen nicht, welche vermöge ihrer relativ sehr grossen Sitzflächen auch einen sehr grossen Ueberdruck veranlassen sollten. In Betreff des Gewichts der Pumpenventile wird nachgewiesen, dass Stösse in den Pumpen nicht durch die Druckventile, sondern meist durch die Saugventile veranlasst werden, ferner dass zur Vermeidung von Druckschwankungen die Pumpenventile genügend schwer sein müssen. Den Einfluss angesaugter Luft, sowie zu hoher Temperatur des angesaugten Wassers empfiehlt Riedler dadurch zu beseitigen, dass die Construction der Pumpen bedingt, mit jedem Hube die angesaugte Luft durch das Druckventil entweichen zu lassen. Ganz besondere

---

[158]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 104.

[159]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 231.

[160]) Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1880. S. 110. — Zeitschr. desselben Vereins. Bd. 25. S. 69.

[160a]) Riedler: Indicatorversuche an Pumpen u. Wasserhaltungsmaschinen. München 1881. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 26. S. 294. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1882. S. 199.

Aufmerksamkeit hat Riedler der Kolbengeschwindigkeit der Pumpen gewidmet und constatirt, dass Gestängepumpen ohne Rotation für eine namhafte Steigerung der Kolbengeschwindigkeit nicht empfänglich sind und dass bei Pumpen mit Schwungrad, insbesondere bei denen ohne Gestänge (unterirdische Maschinen), die Anwendung grosser Kolbengeschwindigkeiten keinem Bedenken unterliegt, besonders wenn eine entsprechende Ventilconstruction gewählt ist und für eine richtige Bewegung der Massen gesorgt wird; combinirte Ventile, wie mehrere einzelne Ventile auf gemeinschaftlichem Sitz, jedes einzelne mit geringem Hube und zuverlässigem Schlusse bei guter Führung, alle zusammen mit hinreichend grosser Durchgangsöffnung sind als Grundbedingungen zu empfehlen.

3. Schachtgestänge.[161])

Das Schacht- oder Pumpengestänge hat den Zweck, die Bewegung des Motors auf die Pumpenkolben zu übertragen. Dasselbe ist in der Regel von Holz in Verbindung mit Eisen, zuweilen von Holz allein, in neuerer Zeit vielfach von Eisen, auch von Gussstahl hergestellt.

Die hölzernen Gestänge sind rechteckig oder quadratisch, bei bedeutender Stärke werden sie aus mehreren neben einander liegenden Stücken gebildet, auch wohl so, dass zwei Stangen mit einem gewissen Zwischenraum neben einander herabgehen und diese in bestimmten Entfernungen gegeneinander abgesteift werden. Die Stangen werden entweder stumpf aneinander gelegt oder in der verschiedenartigsten Weise mit einander verkämmt oder verdöbbelt; überall aber muss man dafür sorgen, dass die Enden der benachbarten Stangen nicht in derselben Ebene liegen damit eine Verkämmung mit den folgenden Stangen stattfindet. Auch in den Stössen lässt man zwei auf einander folgende Stangen entweder stumpf aufeinander stossen oder verkämmt sie mit einander. Zur Sicherung der Wechsel werden hölzerne, in der Regel eiserne Laschen übergelegt, durch welche die Verbindung der auf einander folgenden Stangen hergestellt wird. In Westfalen ist es gebräuchlich, an zwei Seiten des hölzernen Gestänges breite, starke eiserne Deckschienen anzubringen, welche allein genügen würden, die Functionen des Gestänges auszuüben, trotzdem ist ausserdem das Holzgestänge beibehalten, weil die Deckschienen allein die gehörige Steifigkeit nicht besitzen; auch beim Vorhandensein der Deckschienen finden sich noch die erwähnten Verbindungslaschen. Die Schraubenbolzen, welche zur Verbindung der Deckschienen, beziehungsweise der Laschen dienen, müssen alternirend angebracht werden, damit die dadurch bewirkte Schwächung des Gestänges nicht in einer Längsebene liegt.

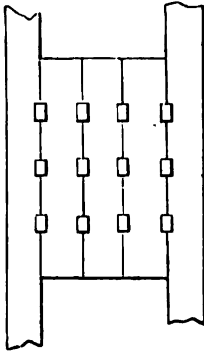
An einzelnen Orten hat man die Deckschienen und Laschen ganz vermieden, indem man zwei Stangen von Holz in einem bestimmten, dem

---

[161]) J. R. v. Hauer a. a. O. S. 132.

Plungerrohr entsprechenden Zwischenraum neben einander anbringt und in gewissen Entfernungen hölzerne, durch Döbbel an einander befestigte Verbindungsstücke, Fig. 808, einfügt; um diese Zwischenstücke legt man eiserne Ziehbänder, welche das Ganze zusammenhalten. Derartige Gestänge finden sich auf dem Schacht Heinrich der Grube Centrum bei Eschweiler[162]), auf der Grube Dalkeith bei Edinburg[163]), auf der Grube Sulzbach (Mellinschächte) bei Saarbrücken u. a. O.

Fig. 808.



Als Material wird wenigstens in den oberen Stücken in der Regel Eichenholz genommen, in den unteren Stücken Nadelholz (Tannen, Yellow pitch pine, Red pine), welches grössere absolute und rückwirkende Festigkeit, aber nicht so lange Dauer, wie Eichenholz besitzt. Der Querschnitt des Gestänges, sowohl in seinen hölzernen, wie eisernen Theilen kann nach Unten abnehmen, da die zu bewältigende Last nach Unten geringer wird.

Für die Tragfähigkeit des Gestänges gewährt die gemischte Construction aus Holz und Eisen entweder keine Sicherheit, oder es werden beide Materialien in solcher Stärke gewählt, dass jedes für sich die erforderliche Sicherheit gewährt, wodurch eine erhebliche Vertheuerung der Kosten eintritt. Aus diesem Grunde ist man in neuerer Zeit vielfach zur Verwendung von eisernen Gestängen übergegangen, wozu man Winkeleisen, T-Eisen, U-Eisen in den verschiedensten Combinationen anwendet. Auch hier lässt man die einzelnen Stangen stumpf auf einander stossen und verbindet sie durch Laschenschlösser, oder man verzahnt je zwei Stangen mit einander; wo möglich muss man Schraubenbolzen bei dem Aneinanderfügen vermeiden und wählt besser Vernietungen, weil jene leichter rosten; auch findet man Muffen, welche über den Wechsel zweier Stangen gezogen sind, als Verbindungsglied, wie z. B. auf dem Silbersegener Richtschacht, wo sich, wie auf Himmelfahrt, zu Huëlgoat schon seit längerer Zeit derartige eiserne Gestänge befinden. In neuerer Zeit sind sie auf Margarethe bei Dortmund[164]), auf vielen anderen westfälischen Gruben, bei Saarbrücken, in Oberschlesien in den mannigfachsten Constructionen zur Anwendung gelangt. Während man früher am häufigsten vier Winkelschienen zu einem Kreuze verband, findet man jetzt, namentlich bei den doppelt wirkenden Wasserhaltungsdampfmaschinen, bei welchen das Gestänge nicht nur auf Zug, sondern auch auf Druck d. h. auf seine rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird, Gestänge in Kastenform, Fig. 809, welche aus zwei U-Eisen und zwei Flachschienen zusammengefügt sind; man begegnet

---

[162]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8A. S. 185.
[163]) Ebenda. Bd. 10B. S. 57.
[164]) Ebenda. Bd. 9A. S. 184.

denselben sehr häufig in Westfalen, auch auf dem Carnallschacht der Königin Luise Grube in Oberschlesien[165]. — Haniel und Lueg zu Düsseldorf empfehlen und verfertigen Pumpengestänge aus geschmiedetem Rundeisen, wie es in Westfalen bereits mehrfach zur Anwendung gelangt ist[166]), indem bei gleicher Tragfähigkeit ein solches Gestänge billiger wird, als ein aus Walzeisen beliebiger Construction hergestelltes. Die Gestängestücke erhalten an ihren Enden ganz gleichmässig abgedrehte Köpfe a, Fig. 810. 811, um welche eine zweitheilige Büchse b fasst, welche den Köpfen entsprechend geschmiedet und genau bearbeitet ist. Kräftige schmiedeeiserne Ringe c dienen zum Zusammenhalten der Büchsen und passen schliessend auf den gedrehten äusseren Conus des Schlosses; vier Schrauben d ziehen die Ringe zusammen und bewirken ein festes Anpressen der Büchse an die Köpfe. Zwischen je zwei Gestängestücken befindet sich ein flacher Keil e, welcher dieselben ausein-

Fig. 809.

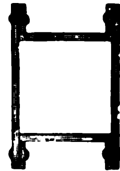


Fig. 810.

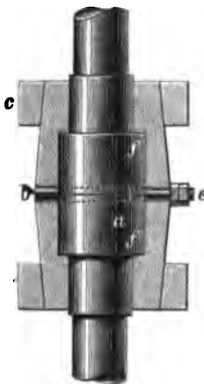


Fig. 811.



ander treibt und dadurch ein festes Anliegen der Kopfflächen ff an die Vorsprünge der Büchse bewirkt und dadurch jede Bewegung in der Verbindung verhindert. Die Fabrikanten geben dieser Gestängeconstruction vor jeder anderen den Vorzug, weil das Material bei Bearbeitung unter dem Hammer reiner, fester und zäher herzustellen als das zu genieteten Gestängen verwandte Walzeisen, so dass es mit grösserer Last auf den gleichen Querschnitt in Anspruch genommen und demnach für dieselbe Leistung leichter hergestellt werden kann; es bedarf keines unnöthig beschwerenden Holzfutters, auch sind die Lehrlager sehr bequem anzubringen; die Länge der Gestänge-

[165]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 69. — von Detten: Ebenda. S. 317. — Glückauf. Essen 1871. No. 16.

[166]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23B. S. 100. — Dingler polyt. Journal. Bd. 227. S. 334.

stücke kann bis 15 Meter hergestellt werden, wodurch die Zahl der Verbindungsstücke verringert wird, es nimmt weniger Raum im Schachte ein, lässt sich leichter einbauen und gestattet eine bequeme Revision der Verbindungen. — Ein derartiges Gestänge ist für den Kynastschacht, Wasserhaltungsschacht der Paulusgrube in Oberschlesien, zur Anwendung gelangt, wo für eine Tiefe von 250 Meter drei 628 Millimeter weite Drucksätze eingebaut sind, wobei das obere Rundgestänge 183, das mittlere 157, das untere 131 Millimeter stark ist. — Auf der Steinkohlengrube Graf Moltke in Westfalen steht ein Rundeisengestänge mit gleicher Schlossverbindung in Gebrauch[167]). — Dieterich in Ehrenfeld bei Köln hat verschiedene Gestängeschlösser, sowohl für Rund-, wie für Flacheisen vorgeschlagen, nach seiner eigenen Angabe aber noch nicht in den Gebrauch eingeführt[168]), sie können daher hier nur Erwähnung finden unter näherem Hinweis auf die Quelle.

Auf dem Schmidtschacht des Tiefbaues bei Scharley hat man ein gusseisernes Gestänge mit schmiedeeisernen Schienen eingebaut, um dem Gestänge die erforderliche Schwere zum Abbalanciren der Wassersäule zu geben; die halbe Gestängelast wird durch einen starken Contrebalancier ausgeglichen.

Auf der Grube Friedrichsthal hat man schmiedeeiserne runde Stangen mit gusseisernen Kuppelungsmuffen verbunden und diese durch Keile festgehalten.

Gegen die eisernen Gestänge hat man immer ihre Angreifbarkeit durch saure Wasser geltend gemacht. Deshalb hat man es auf dem Schacht Prosper bei Essen mit einem gussstählernen Gestänge versucht, welches in der Fabrik von Krupp angefertigt ist, wegen grosser Kostspieligkeit aber nur auf die oberen Teufen beschränkt blieb. Die Verbindung der einzelnen Stangen ist hier mittelst Zapfen und Muffe durch einen Schliesskeil bewirkt, ähnlich wie die Bohrmeissel mit dem Bohrklotz verbunden werden. Diese Gestänge haben sich der grossen Kosten wegen bisher nicht weiter eingebürgert, doch sind in neuerer Zeit wiederum Gussstahl-Gestänge auf einzelnen westfälischen Gruben eingebaut worden, wobei man eine gleiche Schlossverbindung, wie vorher bei den Gestängen aus Rundeisen beschrieben, zur Anwendung brachte[169]). Haniel und Lueg empfehlen diese Gestänge indess nicht, weil sie der grossen Kosten für Tiegelgussstahl wegen nur aus Bessemerstahl oder Martinstahl hergestellt werden können und diese nicht so sicheres Material liefern, dass nicht ein unerwarteter Bruch jederzeit möglich sei, aus welchem Grunde man auch die Verwendung dieses Materials zu starken Wellen u. d. g. m. in neuerer Zeit aufgegeben habe und zu Schmiedeeisen für dieselben zurückkehre; auch lasse sich das

---

[167]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 233.

[168]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 429.

[169]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 156.

Schmiedeeisen viel leichter den Verhältnissen des Schachtes anpassen und für die Verbindung mit den Contrebalanciers, Plungern und Krumsen leichter bearbeiten; auch sei wenn das Gestänge ausgebaut oder schadhaft werden sollte, Schmiedeeisen wieder verwerthbar, der Stahl aber nicht. Sie empfehlen daher zum Pumpengestänge das Rundeisen.

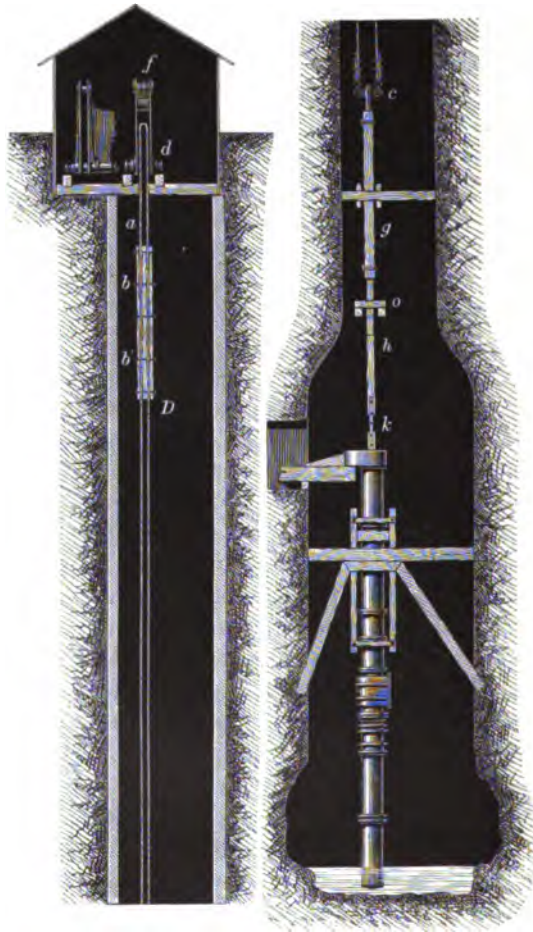
Auf einem Schachte im Mansfeldischen wurde, um denselben unter die Stollnsohle einige Meter tiefer abteufen zu können, also zu vorübergehendem Zwecke ein Drahtseilgestänge angewendet[170]). Als Motor wurde eine 100 Pferde starke Fördermaschine benutzt, welche mit einem Kunstkreuz verbunden wurde. Es kam darauf an, dass die Seile immer straff gehalten wurden, und dass das Gestänge eine Belastung erhielt, welche das schnelle Niedergehen des Pumpenkolbens veranlasste. Als Pumpe diente eine Saugpumpe von 0,630 Meter Durchmesser mit Schläucher. Das Gestänge bestand aus 2 Drahtseilen von je 36 Millimeter Durchmesser, welche an einer Holzstange a, Fig. 812, 813, mittelst hölzerner Laschen b b' und Schraubenbügeln befestigt sind; an ihrem unteren Ende sind beide Seiltrümmer durch ein eisernes Verbindungsstück c mit einander verbunden, in dessen Mitte das untere Gestänge angehängt ist, so dass durch die hebelartige Wirkung des ersteren eine gleichmässige Anspannung der Seile ermöglicht wird. Ist dieselbe erforderlich, so unterfängt man die Laschen b b', löst den am Kunstkreuz befindlichen Anschluss d durch die Schraubenbügel, bewegt das Kunstkreuz f mittelst der Maschine soweit nach unten, wie es der beabsichtigten Anspannung der Seile entspricht und schraubt in dieser Stellung des Kreuzes den Anschluss d wieder fest. An dem Verbindungsstück c hängt ein aus 5,96 Meter langen und 0,105 Meter breiten eisernen Schienen bestehendes Stück Gestänge g, welches der Lehre wegen mit Holz bekleidet ist und das Belastungsgewicht von 1500 Kilogramm bildet. An dasselbe schliesst sich ein Stück Holzgestänge h und an dieses mittelst eines steifen Anschlusses die Kolbenstange k. Bei Seilbrüchen setzt sich das Belastungsgewicht auf das Fanglager o. Die Last des Seilgewichts einschl. des Belastungsgewichts ist am Kunstkreuze durch ein Gegengewicht ausgeglichen. Die gesammte Länge des Gestänges vom Kunstkreuzkopf bis zum Pumpenausguss betrug 179,84 Meter, worunter 167,29 Meter Drahtseilgestänge. Mit dieser Pumpeneinrichtung wurden 4,02 Kubikmeter Wasserzuflüsse in der Minute zu Sumpfe gehalten, wobei zuweilen 20 Hübe in der Minute bei 1,26 Meter Hubhöhe zu machen waren. Man teufte in der Zeit vom 5. September bis 10. November den Schacht 6 Meter tief einschl. des Sumpfes ab und stufte im festen Anhydrit den Fuss zur Mauerung aus, welche bei Beginn des folgenden Jahres in Angriff genommen werden konnte. Durch den Bruch des am Kunstkreuz befestigten Holzgestänges wurden die Seile zweimal in den Schacht geschleudert, wo sie auf einer Bühne liegen blieben, und einmal rissen die Seile selbst, wurden aber wieder

---

[170]) Ebenda. Bd. 20B. S. 119.

zusammengespleisst Bei diesem Versuche hat sich herausgestellt, dass das Drahtseilgestänge nur für kurze Betriebsdauer, nicht aber zu einer länger dauernden Einrichtung verwendbar sein möchte, obwohl sie Wilke unter gewissen, vorgeschlagenen Modificationen auch für solche beim Abteufen empfehlen zu können meint[171]. Andrerseits hat der Grubendirector Honigmann

Fig. 812. Fig. 813.



auf der Mariagrube bei Aachen ein Patent erhalten, nach welchem er auch für grosse Pumpenanlagen das Drahtseilgestänge nutzbar machen will, indem er die Seile über und unter Tage mit Hebeln oder Kunstkreuzen arbeiten

[171]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1875. S. 6.

lässt und die Seile mit den beweglich construirten und deshalb aus Blech hergestellten Aufsatzröhren in Verbindung setzt[172]).

Die Verbindung des Gestänges mit den Kolben der einzelnen Sätze erfolgt durch Querarme oder Krumse, an welche die einzelnen Kolben angeschlossen werden; die Krumse sind je nach der Grösse und Tiefe der Sätze von Holz, Schmiedeeisen oder Gusseisen. Die seitliche Befestigung der Kolbenstangen an das Gestänge hat wegen der ungleichmässigen Vertheilung der Last grosse Nachtheile, welche man dadurch zu beseitigen sucht, dass man zwei Sätze nebeneinander stellt und dadurch das Gleichgewicht wieder herstellt. Bei Plungerpumpen ist es am besten, die Plunger in die Lothlinie des Gestänges zu stellen, so dass dasselbe direct an den Plunger angreift; zur Fortführung des Gestänges nach Unten bringt man von dem Angriffspunkt aus ein Scheerenstück, in der Regel von Eisen, an, welches das Plungerrohr umfasst und sich nach Unten in das gewöhnliche Gestänge fortsetzt. Am zweckmässigsten ist dies erreicht bei den oben beschriebenen hölzernen Scheerengestängen auf Centrum und Dalkeith, wo die Plunger zwischen den Scheeren liegen und ihre Befestigung an ein Verbindungsschloss erhalten, wo also die Plunger zugleich die Lehre für das ganze Gestänge bilden.

In anderen Fällen, als den zuletzt erwähnten, muss man Lehren für das Gestänge anbringen, an welchen dasselbe gleitet, um ihm eine gerade Führung zu geben, was auch wohl, namentlich in tonnlägigen Schächten, durch Rollen erreicht wird. Da es zu den Möglichkeiten gehört, dass ein Gestänge reisst, so muss man, damit alsdann das Gestänge nicht zu tief fällt und grosse Beschädigungen anrichtet, Fangelager in bestimmten Entfernungen anbringen, welchen Fangedaumen oder Fangfrösche am Gestänge entsprechen. Derartige Brüche entstehen sehr häufig durch plötzliches Aufschlagen der Kolben, welches man dadurch unschädlich zu machen sucht, dass man am Gestänge oder an sonst geeigneten Stellen, wie z. B. für das Fanghorn am Balancier der über Tage stehenden Betriebsmaschine der Wasserversorgung für die Stadt Durham, Gummipuffer[173]) anbringt, welche beim Aufschlagen den Stoss vermindern und unschädlich machen. — Riemann in Zellerfeld hat eine Vorrichtung mit 2 gezahnten Excenters angegeben, welche im Falle des Gestängebruchs bei Pumpen und Fahrkünsten frei werden, in das fallende Gestängestück eingreifen und so dasselbe festhalten sollen[174]); von einer praktischen Anwendung dieser Fangvorrichtung ist bisher nichts bekannt geworden.

Auf einigen Anlagen hat man in neuerer Zeit sogenannte hydraulische Gestänge zur Anwendung gebracht. Auf der Königlichen Steinkohlengrube Glücksburg bei Ibbenbüren handelte es sich darum, unterhalb

---

[172]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 297.
[173]) Ebenda. Bd. 10B. S. 57. 146.
[174]) Dingler polyt. Journal. Bd. 235. S. 99.

der Stollnsohle, 63 Meter unter Tage und in einer Entfernung von 94 Meter vom seigeren Wasserhaltungsschacht, einen flachen Gesenkbau zu etabliren; der flache Schacht sollte bei einem Fallen des Flötzes von 13 Grad eine Tiefe von 105 Meter erlangen, wobei starke Wasserzuflüsse zu erwarten waren. Von dem Wasserhaltungsschacht führt ein Querschlag und zwar nicht geradlinig, sondern gebrochen und in starken Winkeln zum flachen Schacht, so dass die Uebertragung der Kraft von der 50 Pferde starken Wasserhaltungsmaschine zu den Pumpen im Tiefsten des flachen Schachtes sehr schwierig erschien, weshalb auf Vorschlag und Anordnung des Oberberghauptmanns Krug von Nidda, nach dem Vorgange auf der Steinkohlengrube Sars-Longchamps in Belgien, die Uebertragung auf hydraulischem Wege erfolgte. Zunächst wurde im seigeren Wasserhaltungsschacht ein verticaler starker Druckcylinder mit einem Plunger von 196 Millimeter Durchmesser und 3 Meter Hub aufgestellt und an das Hauptschachtgestänge angeschlossen. Ein ganz gleicher Cylinder befindet sich über dem flachen Schacht in dessen Fallungsebene verlagert, dessen Plunger ist mit genauer Schlittenführung versehen, so dass er sich genau in der Richtung des Schachtes bewegen muss. Beide Cylinder sind durch ein starkes Rohr mit einander verbunden, welches in beide von Unten her eingeführt ist. Denkt man sich den verticalen Plunger in seinem höchsten Stande und die ganze Vorrichtung mit Wasser gefüllt, so bewirkt der verticale Plunger beim Niedergehen einen Druck auf den geneigten Plunger, welcher sich daher heben wird und zwar gerade so viel, als jener niedersinkt d. h. 3 Meter; eben so wird beim Aufsteigen des verticalen Plungers der tonnlägige sich senken. An den Kopf dieses geneigten Plungers ist das eigentliche Pumpengestänge angeschlossen, welches den flachen Schacht abwärts bis zum Kolbenrohr geführt ist und auf Rollen läuft; dasselbe wird also beim Niedergange des verticalen Plungers gehoben, bei dessen Aufgange geht es abwärts. Da die horizontale wirksame Wassersäule eine grosse Geschwindigkeit anzunehmen hat, welche bei jedem Hubwechsel zerstört werden muss, so waren heftige hydraulische Stösse zu erwarten, ausserdem waren trotz aller sorgfältigen Dichtung Wasserverluste anzunehmen, bei deren Fortsetzung der geneigte Plunger allmälig zum Stillstande gekommen wäre, weshalb man Sicherheitsapparate angebracht hat. Dieselben bestehen in je einem in Ventilkasten sitzenden Saugventile am Anfange und Ende der horizontalen Röhrentour, doch hat man später das am seigeren Cylinder angebrachte Ventil abgesperrt, so dass nur das am geneigten Cylinder arbeitet. In beiden Ventilkasten sind ausserdem Sicherheitsventile angebracht, welche sich öffnen, wenn der Druck aus irgend welcher Ursache höher steigen sollte, als auf den höchsten zulässigen Druck von 30 Atmosphären, auf welchen alle Theile des Apparats eingerichtet und probirt sind. Die von dieser Vorrichtung betriebene Saugpumpe hat einen Durchmesser von 470 Millimeter und liefert bei 6 Hüben in der Minute 3 Kubikmeter Wasser. Der Apparat arbeitet bei dieser Geschwindigkeit

fast geräuschlos und ohne alle Stösse und Erschütterungen[175]. — Eine ähnliche Einrichtung hat man auf der Steinkohlengrube Borussia bei Dortmund[176] getroffen, wo man den Förderschacht um 84 Meter von der ersten zur zweiten Tiefbausohle abgeteuft hatte und das weitere Abteufen des 27 Meter entfernten Wasserhaltungsschachtes ersparen wollte, indem man das 20000 Kilogramm betragende Uebergewicht des vorhandenen Pumpengestänges zur hydraulischen Kraftübertragung benutzte. Man verband beide Schächte durch einen Querschlag und stellte im Wasserhaltungsschachte 105 Meter unter Tage, 21 Meter über der ersten Tiefbausohle senkrecht unter dem Gestänge ein Plungerrohr auf, in welchem sich ein 418 Millimeter im Durchmesser haltender Plunger bewegt; derselbe ist an das Gestänge mittelst Krums angeschlossen. Das Plungerrohr steht mit der nach dem Förderschacht führenden Röhrenleitung in Verbindung; die Druckröhren sind 314 Millimeter weit und, wie alle übrigen Theile, auf 20 Atmosphären Druck gepresst. Im Förderschacht schliesst diese Rohrleitung an den Untersatz eines Plungerrohrs mit 366 Millimeter starkem Plunger. Derselbe hat einen Hub von 3,75 Meter, während der Kraftplunger einen Hub von 2,825 Meter hat. Durch die Verschiedenheit in den Dimensionen beider Plunger und den grösseren Hub des Lastplungers spart man an Material für die im Förderschachte befindliche Pumpe. An dem Lastplunger hängt mittelst einer Scheere aus U-Eisen das hölzerne Pumpengestänge für die Saugpumpe von 314 Millimeter Kolbendurchmesser. Auch diese Vorrichtung hat sich bewährt und arbeitet ruhig und ohne Stösse. — Nach demselben Princip ist auf der Eisensteingrube Martinshardt bei Siegen zur Hebung der Wasser aus einem 90 Meter neben dem Wasserhaltungsschachte stehenden Gesenk ein hydraulisches Gestänge eingeführt[177]. — Auf der Grube Altenwald bei Saarbrücken ist in neuester Zeit gleichfalls eine Anwendung der hydraulischen Kraftübertragung gemacht worden, welche zur Erforschung der Brauchbarkeit dieser Kraftübertragung wesentlich beigetragen hat[178]. Es handelte sich darum, aus einer Tiefe von 280 Meter die Wasser zu sümpfen, wozu ein geräumiger Schacht, welcher die Anbringung eines gewöhnlichen Gestänges gestattet hätte, nicht vorhanden war; man wählte deshalb die Einrichtung, dass die Kraftmaschine über Tage aufgestellt wurde, während die Arbeitspumpe in der

---

175) Engelhardt: Beschreibung der hydraulischen Pumpvorrichtung bei Ibbenbüren in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14B. S. 343. — Der Berggeist. Köln 1866. S. 25. — Glückauf. Essen 1866. No. 33. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 302.

176) Glückauf. Essen 1868. No. 22. — v. Detten a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 319.

177) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 251.

178) Pfähler in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 179; Bd. 23B. S. 60; Bd. 24B. S. 35. — The Engineering and Mining Journal. Vol. 20. p. 284.

Grube in unmittelbarer Verbindung mit dem Sumpf ihren Platz fand und beide durch die Kraftröhren (das hydrostatische Gestänge) verbunden wurden, welche zugleich mit dem Steigerohr in dem vorhandenen engen Schachte Aufnahme finden konnten. Ueber Tage stellte man eine doppelt wirkende, liegende Maschine auf, deren Kolbenstangen zu beiden Cylindern in Plungerkolben endeten, welche sich in entsprechenden Plungerröhren hin- und herbewegen. Jeder dieser Presskolben steht mittelst einer mit Wasser gefüllten Rohrleitung (Gestänge) mit dem Pumpenapparat unter Tage in Verbindung. Der letztere besteht aus 4 Presspumpen, von denen je 2 und 2 auf entgegengesetzter Seite einer Traverse angeschlossen, abwechselnd durch die Presskolben über Tage mittelst der Wassertransmission in den Röhren gleichfalls in hin- und hergehende Bewegung gesetzt werden. An derselben Traverse, sich ebenfalls gegenüberstehend und zwischen je 2 Presspumpen liegend, sind 2 Arbeitspumpen angeschlossen, welche sich in Plungerröhren bewegen und vermittelst gewöhnlicher, mit Saug- und Druckventil versehener Ventilkasten, Wasser ansaugen, beziehungsweise durch den Windkessel in eine gemeinschaftliche Steigrohrleitung bis zu Tage drücken. Wenn ein Plunger der Arbeitspumpe in der Grube zur Wirkung kommen soll, muss die Dampfmaschine mittelst des einen Presskolbens auf die mit demselben in Verbindung stehenden Kraftwasser in den Gestängeröhren einen Druck ausüben, welcher auf die zwei an einer Seite der Traverse angebrachten Presspumpen fortgepflanzt wird. Indem sich in solcher Weise eine vorwärts schiebende Bewegung vollzieht, wird dieselbe auch auf die zwei mitten inne liegenden, an der Traverse angebrachten Arbeitsplunger übertragen. Der eine der letzteren kommt zum Ansaugen aus dem Vorbassin, der andere zum Drücken, indem er die bei dem vorhergegangenen Spiele angesaugten Wasser durch den Druckventilkasten in den Windkessel und von da durch die Steigrohrleitung zu Tage schafft. Mit dem Niedergange des bewegten Kraftwassers auf der einen Seite der Presspumpen hebt sich dasselbe in dem Röhrengestänge auf der anderen Seite und folgt dem zurückweichenden Presskolben der Maschine über Tage, indem hier ausser zur Ueberwindung der Reibung keine besondere Kraft beansprucht wird, da sich die Wasser in den Gestängeröhren das Gleichgewicht halten. Nachdem der Hub vollendet ist, erfolgt die Umsteuerung der Maschine über Tage und das umgekehrte Spiel der Kolben beginnt. Die Anlage wurde mit grösster Vorsicht in Betrieb gesetzt und man erreichte mit ihr einen völlig regelmässigen, sichern und durchaus ruhigen Gang und dabei einen continuirlichen Ausfluss der Wasser; die Zahl der Hübe, anfänglich mit 6 begonnen, konnte auf 12 Doppelhübe erhöht werden, doch wurde der beste Gang bei 10 Doppelhüben wahrgenommen. Die einzige Schattenseite bildet der starke Kohlenverbrauch, den man indess auch noch zu beseitigen hofft. Die mitgetheilten Quellen liefern höchst interessantes Material zur Beurtheilung der Anlage. — Krebs in Trier hat durch Combination zweier doppelt wirkenden Pumpen die Druckwasser-

säulen abwechselnd als Gestängewassersäule zu verwenden vorgeschlagen und darauf ein Patent erhalten[179]).

Auch für den Betrieb von Pumpen fängt man an, die electrische Kraftübertragung mittelst Dynamomaschine nutzbar zu machen[179a])

Jegliches Gestänge wird entbehrlich bei den in England zuerst construirten und sich seitdem schnell durch alle Bergreviere verbreitenden unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen.

Dieselben sind doppelt wirkende Maschinen, an deren Cylinderkolbenstangen die Pumpen unmittelbar angeschlossen sind, welche direct aus dem Schachtsumpf saugen, so dass im Schachte nur das Steigrohr aufzubauen ist; ausserdem hat man, falls, wie es zweckmässig erscheinen möchte, die Kesselanlage über Tage aufgestellt wird, nur noch ein Dampfzuleitungsrohr im Schachte anzubringen. Es leuchtet ein, dass bei dem Wegfall des Gestänges und bei der Compendiosität der ganzen Anlage nicht nur die ersten Kosten geringer werden, sondern dass auch die Unterhaltungskosten sich bedeutend herabmindern müssen und Betriebsstörungen, weil das gehende Zeug auf ein Minimum reducirt ist, nur selten zu befürchten sind; wünschenswerth dabei ist es, für einen grossen Sumpf und für die Möglichkeit seiner Absperrung von der Maschine Sorge zu tragen. In England sind solche Pumpen ohne Gestänge schon vielfach im Gebrauch[180]), und seit dem Erscheinen der zweiten Auflage dieses Buches, wo noch erst die schwachen Versuche, diese Maschinen auf dem Continente einzuführen, gemeldet werden konnten, haben sie überall eine Ausbreitung gewonnen, dass sie als eingebürgert anzusehen sind. Diese Maschinen werden unten noch besonders zu erwähnen sein.

4. Verlagerung der Pumpen.

Die definitiven Pumpensätze müssen ein festes Unterlager haben, auf welchem sie aufruhen, damit Erschütterungen beim Betriebe sich nicht auf den Schacht fortpflanzen. Derartige Lager sind hölzerne, gusseiserne, schmiedeeiserne, gemauerte; in den meisten Fällen sind sie von Holz zusammengesetzt.

Am einfachsten hat man das Lager in einem oder mehreren aus einem Schachstosse vorstehenden Balken, wie sie häufig in England vorkommen, so z. B. auf der Grube North Seaton[181]), wo ein 137 Meter hoher, 42 Centimeter weiter Drucksatz auf einem derartigen Lager ruht. In einem

---

179) Dingler polyt. Journal. Bd. 236. S. 454.

179a) Glaser Annalen. Bd. 12. S. 168.

180) Leuschner in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 226. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 91. p. 120. — Holzhausen in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 16. S. 594. — Auch Separatabdruck von letzterem Aufsatz.

181) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 56.

Sitzort innerhalb eines Schachtstosses sind 2 Balken aa, Fig. 814, 815 von $51^{1}/_{2}$ Centimeter im Quadrat verlagert und unter sich, wie gegen das Gebirge fest verkeilt, sie ragen so weit in den Schacht hinein, dass der eine das Plungerrohr, der andere das Aufsatzrohr aufnehmen kann; über die

Fig. 814.

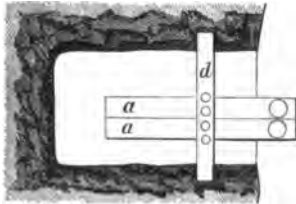
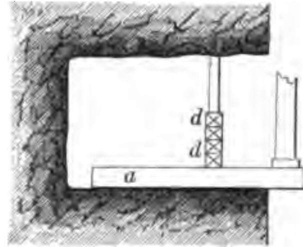


Fig. 815.



Längsbalken sind 4 Querbalken dd von 31 Centimeter Quadratfläche gelegt, welche in die Stösse des Sitzorts eingebühnt und ausserdem gegen die Firste abgesteift sind.

Querlager lassen sich mannigfach anlegen; sie bestehen aus übereinander liegenden Balkenlagen, innerhalb welcher eine Reihe von Balken neben einander verlagert und in die Stösse eingebühnt sind; oft auch rückt man die einzelnen Balken aus einander und giebt Verstärkungen durch übergelegte Stücke. In anderen Fällen hat man zwei derartige Lager übereinander, wenn die Theile eines Drucksatzes verschiedene Fusshöhe haben. Die Bühnlöcher müssen mittelst Schlägel und Eisen hergestellt werden; bei nicht festem Gebirge erhalten dieselben eine Böschung, in Westfalen etwa von 70 Grad.

Statt die Balkenlagen dicht auf einander zu legen, bringt man zwischen ihnen Verstrebungen an, wie z. B. auf der Grube Diepenlinchen bei Stolberg[182]), wo die Verstrebungen in einfachen Sprengewerken bestehen.

Bei grossen Spannweiten und bei sehr schweren Pumpensätzen werden zuweilen Keillager angewendet, wie sie sich auf der eben genannten Grube Diepenlinchen und vielen anderen in Westfalen finden; dieselben sind als scheitrechte Gewölbe zu betrachten und in ihren Stärken danach zu berechnen. Auf der Grube Dorstfeld bei Dortmund überspannte man mit einem solchen Keilgewölbe einen Raum von 4,25 Meter und stellte einen 69 Meter hohen, 52 Centimeter weiten Pumpensatz darauf; auf Diepenlinchen hatte man eine Tragweite von 6,5 Meter mit einem 81 Centimeter weiten, 63 Meter hohen Satz. Der mittlere Theil des Bogens steht nach Oben vor, um, wenn der Druck wirksam werden sollte, den Zusammenhang des Gewölbes nicht aufheben zu lassen; bei dem Lager auf Diepenlinchen sind Eisenarmaturen angebracht, welche dieses Sinken überhaupt verhindern sollen. Ueber das Keilgewölbe werden noch Querbalken

---

182) Ebenda. Bd. 9B. S. 185.

gelegt, auf welche die Pumpentheile aufgestellt werden. Auf dem neuen Tiefbauschacht zu Kloster Oesede[183]) war man genöthigt, das Lager für einen Drucksatz in klüftigem Gestein anzubringen und wählte dazu ein Keillager aus 9 Keilen von je 70 Centimeter Breite; das Lager ist 2 Meter hoch, oben 5,342 Meter, unten 3,035 Meter breit, die Neigung der Kämpferfugen 60 Grad. Das Keillager selbst wurde auf eine mehre Meter hohe Verlagerung in ganzer Schrotzimmerung gelegt, ausserdem aber wurden an den Widerlagern 5 Centimeter starke eiserne Platten von 2,540 Meter Länge, 1,090 Meter Breite angebracht, auf welche gewissermaassen der Keil herabrutschen konnte. Die Platten wurden sehr sorgfältig in Cement gelegt, nachdem eine Unterlage in Cementmauerung hergestellt war, und wurde jeder Zwischenraum mit Cement ausgegossen. Den Keilen wurde durch Anbringung zweier eiserner Döbbel auf den Fugen eine Verbindung gegeben. Die Ausführung war vollständig gelungen.

Gusseiserne Lager, wie sie sich auf der Steinkohlengrube Constantin der Grosse, und schmiedeeiserne, wie sie sich auf den Gruben Pluto in Westfalen und Scharley in Oberschlesien finden, sind immer Querlager. Die schmiedeeisernen bestehen bei kleinen Lasten nur aus 2 T-Schienen, bei grösseren, wie auf der Grube Scharley, wo 0,942 Meter weite Drucksätze getragen werden, sind sie als Gitterträger construirt, ähnlich wie für Cylinder direct wirkender Dampfkünste; derartige Träger sind zu empfehlen, weil ihr Einbau sehr viel leichter ist, als der der hölzernen, doch ist unter Umständen beim Vorhandensein saurer Wasser ihre Anwendung bedenklich.

Gemauerte Lager werden immer als Gewölbe construirt, sind aber im Allgemeinen nicht zu empfehlen, weil bei schweren Pumpen die fortwährenden Vibrationen die Haltbarkeit gefährden. Sie finden sich im Königreich Sachsen. In Oesterreich[184]) steht der Pumpensatz auf einer Fundamentplatte von Gusseisen, welche auf zwei 63 Centimeter von eineinander entfernten Gurten von Quaderstein ruht.

Druckpumpen müssen auf festen Lagern aufstehen, während man Saugpumpen hängen lassen kann, wofür man immer Querlager benutzt und oft mehrfach in der Höhe des Satzes wiederholt, dieselben sind entweder eingebühnt oder ruhen auf der Schachtzimmerung. Diese Querlager fassen entweder unter die Kränze der Röhren, oder es sind an diese besondere Ansätze angegossen, mit denen sie auf den Balken auflagern. Ganz ohne Lager sind die in Senkbäumen hängenden Pumpen, fast immer Hubpumpen, welche freilich selten anders als beim Abteufen vorkommen, sonst nur, wenn man häufiges Versaufen des unteren Satzes zu fürchten hat. So hängen die Saugsätze auf Abendsterngrube und Georggrube bei Rosdzin, welche den Rittinger Sätzen zuheben, in eisernen

---

[183]) Ebenda. Bd. 24 B. S. 155.

[184]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1854. S. 20.

Senkschienen, welche durch die Blechträger, die Lager der Rittinger Sätze, hindurchgeführt sind und mittelst eines angenieteten Rahmens auf diesen aufruhen; sie werden, wenn der Saugsatz gehoben werden soll, mit einer Maschine über Tage in Verbindung gebracht und gehoben und wieder gesenkt, was selbst ohne Weiteres geschehen kann, wenn das Saugventil unter Wasser gesetzt sein sollte[185]); auf der Abendsterngrube bewirkt dies die Wasserhaltungsdampfmaschine, deren Cylinder unmittelbar über dem Schachte steht, auf der Georggrube benutzt man dazu einen Dampfkabel.

Hat man Verlagerungen innerhalb des wasserdichten Ausbaues anzubringen, so sorgt man bei Ausführung des Ausbaues dafür, dass bei gusseiserner Cuvelage, ebenso wie bei wasserdichter Mauerung, Nischen eingebracht werden, in welche man Querbalken verlagert; bei hölzerner Cuvelage schraubt man Träger an, auf welche man die Lagerbalken legt, oder man bringt an der betreffenden Stelle mehrere übergreifende Jöcher (trousses colletées) an, auf welchen die Verlagerung stattfindet, auch baut man tiefer eben solche Jöcher ein, von denen aus man die oberen Balken verstrebt.

5. Anordnung der Pumpensätze.

Wo nur immer möglich, hat man an den Punkten, von denen die Pumpen abheben sollen, Sümpfe anzubringen, welche dazu dienen, das Wasser anzusammeln; dasselbe gewinnt dadurch Zeit, sich abzuklären, wodurch den Pumpen weniger Unreinigkeiten zugeführt werden, ferner ist das Grubengebäude durch die Möglichkeit, den mehrstündigen, oft mehrtägigen Wasserzufluss anzusammeln, vor dem Ersaufen geschützt, und endlich ist es möglich, an Maschinenkraft zu sparen, da man die Pumpen nur in Gang setzen braucht, wenn die Sümpfe nahezu angefüllt sind. Um den Zufluss zu der Pumpe aus dem Sumpf zu reguliren, stellt man einen Selbstregulator vor den Sumpf, welcher durch einen Damm abgeschlossen wird, wie auf der Grube Sellerbeck bei Essen, Fig. 816; durch den Damm geht ein Rohr, welches in ein Reservoir ausgiesst, aus welchem die Pumpe saugt. In dem Reservoir befindet sich ein Schwimmer, welcher mittelst Hebelwerks mit einem Kolben in Verbindung steht, dieser ist in das aus dem Sumpf führende Abflussrohr eingeschaltet und schliesst dieses, hemmt also den Wasserabfluss, wenn der Schwimmer hoch steht, d. h. wenn das Reservoir gefüllt ist und umgekehrt, so dass man jeder Zeit einen Maassstab für den der Pumpe zu gebenden Gang gewinnt.

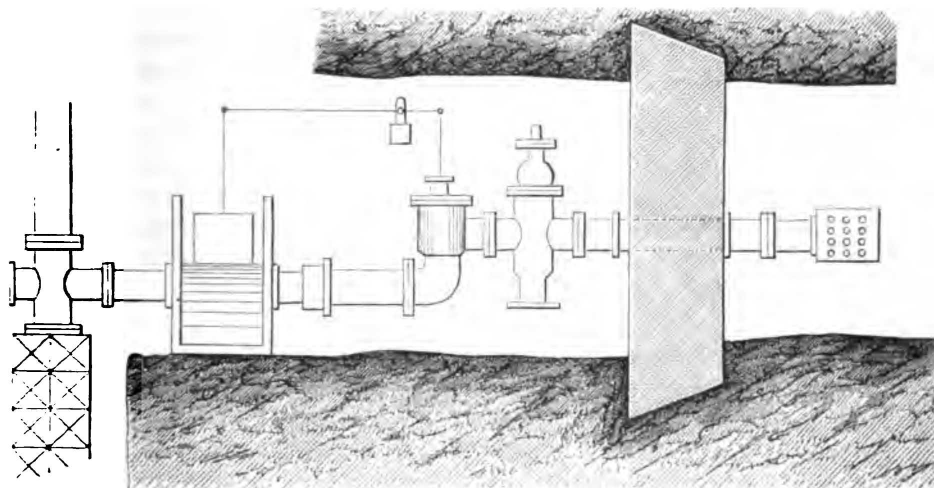
Die Sümpfe werden unter den Hauptörtern als besondere Sumpfstrecken aufgefahren und müssen in Schichten liegen, welche nicht Wasser durchlassend sind. Hat man mehrere Sätze im Schachte, von denen der untere dem oberen zuhebt, so lässt man nie oder nur in den seltensten Fällen die obere Pumpe aus dem Steigrohr der unteren saugen, vielmehr

---

[185]) Pietsch a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 63.

lässt man die untere in einen besonderen Kasten aus Holz oder Eisen ausgiessen, aus denen der obere Satz saugt; statt der Kasten treibt man auch Sumpförtchen in die Stösse des Schachtes, und noch besser ist es, wenn man auch für den oberen Satz, entsprechend einer vorhandenen Sohle, eine Sumpfstrecke hat, in welche die von Unten gehobenen Wasser ausgegossen werden.

Fig. 816.



Bei der Wahl, ob man Saug- oder Hub- oder Druckpumpen anwenden soll, hat man zu erwägen, dass die Saug- und Hubpumpen zwar billiger in der Anschaffung, aber theurer wegen der vielen Kolben und Ventile und wegen des leichten Ausarbeitens des Kolbenrohrs durch den anschliessenden Kolben in der Unterhaltung und auch geringer im Effect als Druckpumpen sind; dagegen haben die letzteren den Nachtheil, dass sie leichter dem Versaufen ausgesetzt sind, weil das Saugventil in unmittelbarer Nähe des Wasserniveaus liegt. Bei grösseren Pumpenanlagen nimmt man unten in der Regel einen Saugsatz, die oberen als Drucksätze. Wenn ein Motor mit hin- und hergehender Bewegung vorhanden ist, so hebt er bei Hubpumpen das Gestängegewicht G und das Wassergewicht W und geht leer zurück, da das Gestänge vermöge seines eigenen Gewichts sinkt; bei Druckpumpen hebt er das Gestänge G und drückt das Wasser W durch das niedersinkende Gestänge. Um den Motoren die Last des zu hebenden Gestänges abzunehmen, wendet man Contrebalanciers (vergl. die hydraulischen oben S. 613) an, wodurch also bei Hubpumpen die zu hebende Last auf W reducirt wird; auch findet eine Ausgleichung statt, wenn man paarweise Pumpen durch denselben Motor in Bewegung setzt; demnach behalten die Druckpumpen wegen geringerer Reparaturbedürftigkeit und wegen grösserern Effects den Vorzug.

Die Höhe der Sätze nimmt man für Saug- und Hubpumpen nicht gern über 42, 52 bis höchstens 63 Meter, für Drucksätze 63 bis 73 Meter, wovon indess aus örtlichen Ursachen oft abgewichen wird. Hierhin gehört die vorhandene Sohlenbildung, indem man gern die Wasser von einer Sohle zur anderen hebt, oder wenn man in einer höheren Sohle einen Sumpf vorfindet, eine dazwischen liegende überspringt; ferner sucht man es nach Möglichkeit zu vermeiden, innerhalb des wasserdichten Ausbaues im Schachte Pumpen zu verlagern, thut dies vielmehr unterhalb desselben und führt die Pumpe durch den ganzen wasserdicht ausgekleideten Schacht. So hat man auf der Grube Zollverein in Westfalen einen Satz von 136 Meter Höhe, zu Huëlgoat von 155 Meter, in Baiern bei Soolhebungen von 370 Meter, bei Lugau von 157 Meter. Bei zu grossen Höhen wachsen die Wandstärken der Röhren so bedeutend, dass es dann vortheilhafter sein kann, statt eines hohen Satzes zwei niedrigere anzuwenden, da die Wandstärke, wenn man die Constante vernachlässigt, proportional dem Durchmesser und der Druckhöhe wächst, ausserdem steigt auch die Schwierigkeit der Dichtung und die Rohre selbst können Wasser durchlassen.

Der Querschnitt der oberen Sätze muss zunehmen, weil die Summe der zu hebenden Wassermengen nach Oben wächst. Dabei muss man daran festhalten, dass es besser ist, für ein und dieselbe Höhe eine grössere Pumpe, als zwei kleine, anzulegen, da man im Ganzen bei zwei kleinen Sätzen an Masse nichts spart, mehr Kolben und Ventile zu unterhalten hat und ein viel grösserer Raum zur Aufstellung der Pumpen erforderlich ist. Dennoch wählt man paarweise Sätze, wenn die Maschine rotirend und mit doppelten Krummzapfen arbeitet, um eine gleichmässige Belastung zu haben, wo man dann auch doppeltes Gestänge anbringen muss; auch geht man zur Aufstellung doppelter Sätze über, wenn die Wasserzuflüsse starken Schwankungen unterworfen und die Sumpfräume gering sind.

Die Stellung der Sätze ist eine sehr veränderliche und von der Art der bewegenden Maschine, sowie von dem Raume im Schachte abhängig. Bei einfach wirkenden Maschinen und einem Gestänge stellt man die Sätze gern in die Nähe des Schachtstosses, um freien Raum im übrigen Schachte zu haben und leicht zu den Pumpentheilen gelangen zu können.

Zum Einbau der Pumpen und Einhängen der Pumpentheile bedient man sich, bei schweren Pumpen wenigstens, gern eines Kabels mit Vorgelege, welcher am zweckmässigsten durch Dampf betrieben wird.

Die Stellung der Pumpen muss so gewählt werden, dass das Saugventil bei einem etwaigen Aufgange der Wasser möglichst vor dem Versaufen geschützt ist, weil sonst die Pumpen den Dienst versagen. Trotzdem tritt dieser bedenkliche Zustand zuweilen ein, indem Brüche an den Ventilkästen, Undichtheiten an den Ventilen oder sonstige Beschädigungen an dem gehenden Zeuge sich ereignen. Wie man sich in Oberschlesien in solchen Fällen durch Heben der unteren Sumpfsätze, welche in Senkschienen hängen, zu helfen sucht, wurde oben S. 619 erwähnt. Anderenfalls muss

man sich dadurch zu helfen suchen, dass man den Ventilsitz mit einem besonders construirten Fänger zu fassen, auszuheben und durch das Steigrohr zu Tage zu bringen sucht und demnächst wieder einhängt. Dies hat aber sehr häufig Schwierigkeiten, namentlich auch deshalb, weil in der Regel der Ventilsitz während des Betriebes sich so fest einklemmt, dass er durch einen einfachen Zug am Seile nicht gehoben werden kann. Zu diesem Zweck hat deshalb der Maschineninspector Hammer der mansfeldischen Gewerkschaft zu Eisleben, wie schon oben S. 566 erwähnt, die geeigneten Instrumente construirt und mit Erfolg in Thätigkeit gesetzt[186]). Die Vorrichtung zerfällt in zwei Theile, nämlich in den Sucher, einen Hebelapparat zum Ausheben des festgewordenen Ventilsitzes und in einen Apparat zum Wiedereinhängen, welcher gestattet, wieder loszukommen, wenn der Ventilsitz seinen Platz wieder eingenommen hat. Durch den Ventilsitz und das Ventil geht in der Mitte eine Spindel, eine cylinderische Eisenstange mit verdicktem hohlen Kopfe, welche oben offen einen kleinen Ansatz als Angriffspunkt für den Sucher hat; gegen das Herausziehen ist dieselbe durch vorgelegte Schraubenmutter und Spliesskeil gesichert. Zwei in einem Steg des Ventilkörpers befestigte Kniehebel, welche mit ihren langen Hebelarmen an die Spindel angeschlossen sind und mit den kurzen auf einen angegossenen Ring im Ventilkasten drücken, sobald die Spindel aufwärts bewegt wird, dienen zum Ausheben. Sobald der Sucher den Spindelkopf gefasst hat und das Kabelseil angezogen wird, setzt die aufwärts gehende Spindel die Hebel in Thätigkeit und hebt den Ventilkörper aus seinem Sitz. Der Sucher (fish head) ist eine etwas zugespitzte Eisenstange, welche in der Nähe der Spitze zwei durch Federn seitlich vorgedrückte Klauen trägt, welche in den hohlen Kopf der Spindel passen. Zur Führung dient ein Korb aus Bandeisen von wenig geringerem Durchmesser, als das Innere des Rohres, an dessen Achse der Sucher mit Keil und Muffe verbunden ist. Das obere Ende dieser Achse wird mittelst eines Ringes mit dem Kabelseil verbunden. Zum Wiedereinhängen des Ventilkörpers wird an den Führungskorb ein Instrument angeschlossen, welches aus einer schmiedeeisernen Röhre, von etwas geringerem Durchmesser als die Oeffnung des Spindelkopfes, besteht; dieselbe lässt zu beiden Seiten aus einem Schlitz eine Doppelklaue hervortreten, welche zwei nach oben und unten gerichtete Nasen trägt. Führt man das untere Ende dieses Rohrs in den Ventilkopf, so treten die beiden unteren Nasen unter dessen Vorsprung und tragen den Ventilkörper, so dass derselbe eingelassen werden kann. Auf dem oberen Ende des Rohrs gleitet eine Muffe, welche beim Einhängen über den oberen Nasen sich befindet. Sobald der Sitz des Ventils erreicht ist, gleitet die Muffe tiefer über die Klaue herab bis auf den Spindelkopf und wird durch die oberen Nasen arretirt, wobei sie die

---

[186]) Ebenda. Bd. 24 B. S. 154. 189. — Glückauf. Essen 1876. No. 9. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1878. S. 130.

ganze Klaue in den Schlitz des Rohrs zurückdrängt und dieses aus dem Spindelkopf herausgezogen werden kann. Der Apparat, speciell für Abteufpumpen hergestellt, kann auch für Druckpumpen benutzt werden.

Auf westfälischen Gruben hat man mit Erfolg die Reparaturen durch Taucher unter Wasser vornehmen lassen und hat durch dieselben die zerstörten Pumpentheile wieder hergestellt und die Pumpen von Neuem in Gang gesetzt, was anderenfalls nur durch den Einbau neuer Saugsätze, wozu nicht einmal überall der Raum vorhanden ist, zu ermöglichen gewesen wäre. Solche Taucherarbeiten hat man ausgeführt auf den Steinkohlengruben ver. Wiendahlsbank und Caroline in der Nähe von Dortmund[187]), ferner auf der Galmeigrube Krug von Nidda bei Iserlohn[188]). Der Taucher ist mit einem Anzuge aus luft- und wasserdichtem Segeltuche mit Guttaperchaeinlagen bekleidet; am Ende der Aermel befindet sich ein 13 Millimeter breiter Guttaperchastreifen, welcher, wenn der Aermel beim Arbeiten am Arme heraufgezogen wird, sich fest an letzteren anschliesst, so dass keine Luft aus- und kein Wasser eintreten kann. Zur Bedeckung des Kopfes dient ein Helm, welcher über die Schultern, den oberen Theil der Brust und des Rückens reicht und auf dem unteren Rande mit kleinen festsitzenden Schraubenbolzen versehen ist; diese werden in den das obere Ende des Anzuges bildenden Guttaperchastreifen gesteckt und mittelst aufgelegter Laschen fest angeschraubt, wobei der Guttaperchastreifen die Verdichtung bildet. Der Helm hat am hinteren Ende einen kleinen Rohransatz, an welchen der die Verbindung mit der Luftpumpe herstellende Schlauch geschraubt wird; am Ende des Rohransatzes liegt ein Ventil, welches die Luft erst öffnen muss, worauf dieselbe durch drei am Boden des Helmes angebrachte, von der hinteren zur vorderen Seite gehende Canäle in den vorderen Theil des Helmes gelangt, damit die einströmende Luft nicht auf den Kopf des Tauchers trifft. Ausserdem befindet sich am hinteren Theile des Helmes zum Entweichen der überflüssigen und ausgeathmeten Luft eine Oeffnung, welche mit einem, durch den Wasserdruck geschlossen gehaltenen Ventil verdeckt ist. Vor dem Gesichte ist an dem Helm eine Glasscheibe angebracht, welche durch einen mit Schraubengewinden versehenen Messingring festgehalten wird; wenn der Taucher zu Tage steigt, um sich zu erholen oder zu sprechen, kann die Glasscheibe leicht beseitigt werden. Ausserdem sind noch zwei andere Glasscheiben für die Augen vorhanden, damit der Taucher, wo es die geringe Tiefe oder die Klarheit des Wassers zulässt, sehen kann. Sämmtliche Glasscheiben sind mit Messingstäben vergittert, um nicht eingestossen zu werden. Die

---

[187]) Der Berggeist. Köln 1869. S. 397. — Glückauf. Essen 1869. No. 38. 40. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20B. S. 369.

[188]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18B. S. 16. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 499. — Glückauf. Essen 1869. No. 50. 52. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 324.

zugehörige Luftpumpe ist mit drei Cylindern versehen, deren jeder das nöthige Luftquantum liefert, damit, wenn selbst zwei derselben versagen sollten, der Taucher nicht in Gefahr kommt. Zu seiner Sicherheit und zum Signalisiren trägt er eine fest gebundene Leine um den Leib, welche bis über die Hängebank reicht. Damit der Taucher das erforderliche Gewicht hat, hängen vom Helm herab über Rücken und Brust zwei Gewichte von je 20 Kilogramm Schwere und an den Füssen zwei Bleisohlen von je 10 Kilogramm Gewicht. Die Arbeiten auf den genannten Gruben sind mit grossen Schwierigkeiten, da sie im Dunkeln ausgeführt werden mussten und dabei nur das Gefühl leiten konnte, aber dennoch mit bestem Erfolge ausgeführt worden. Theils mussten zersprungene Ventilkastenthüren ausgewechselt, theils Dichtungen vorgenommen werden; auf der Grube Krug von Nidda hatte sich sogar der Kolben von der Kolbenstange gelöst, so dass derselbe, welcher fest auf dem Ventil auflag, beseitigt und von Neuem eingebracht werden musste, wobei die grösste Schwierigkeit beim Lösen der Kolbenstange von dem Gestänge und bei deren Wiederanbringung erwuchs. Die Arbeiten sind zum Theil von geübten Tauchern, theils von Grubenbeamten ausgeführt worden, wobei einer der letzteren, der Direktor Springorum von der Grube ver. Wiendahlsbank, berichtet, dass sich, wenn er schnell durch das Wasser zum Ventilkasten geklettert sei, ein starker Druck auf die Augen und Ohren bemerkbar gemacht habe, welcher bei einem allmäligen Hinabsteigen nicht fühlbar war; ein leichter Schwindel, der ihn anfänglich ergriffen habe, sei bald überwunden gewesen; am nachtheiligsten habe sich der Druck der Bleigewichte auf die Brust gezeigt, dagegen habe er sich schnell an die Dunkelheit gewöhnt. Die Taucher haben 2 bis 3 Stunden hintereinander die Arbeit fortgesetzt, ehe sie Erholung nöthig hatten. — Schon früher war ein ähnlicher Versuch auf dem Richardschacht der Gewerkschaft Britannia bei Mariaschein in Böhmen[189]) gemacht worden, wo es galt, eine Ventilkastenthür unter Wasser zu dichten. Die Arbeiten waren zwar zur Zufriedenheit ausgeführt worden, konnten aber keinen Erfolg haben, weil der Rand des Ventilkastens schief und uneben gegossen und nicht abgehobelt war, so dass alle Verdichtung vergeblich war und man den betreffenden Grubentheil zeitweise ersaufen lassen musste. — Nach einer Angabe von Adriani[190]), welcher die Taucherarbeiten auf der Steinkohlengrube Karoline in Westfalen geleitet hat, wiegt der ganze Taucheranzug einschliesslich der Belastung 80 Kilogramme. Um den Taucher vor Kälte zu schützen, hält derselbe es für nothwendig, 3 Paar wollene Strümpfe, 3 wollene Hosen, 3 wollene Hemden anzuziehen. Bei einer Tiefe von 11 Meter lasse sich 8 Stunden unter Wasser arbeiten, doch fühle man schon bei 9 Meter Tiefe ein Stechen von einem Ohr zum anderen, was

[189]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 2. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 23. — Glückauf. Essen 1871. No. 37.

[190]) Glückauf. Essen 1871. No. 48.

indess bald nachlässt; dagegen trete bei schwachen Personen in grösserer Tiefe Blut aus Nase, Mund und Augen, so dass man nur kräftige Leute zu Tauchern verwenden darf. In einer Tiefe von 40 Meter in einem Schachte in Russisch-Polen hat der Taucher nicht länger als 2 $^1/_2$ Stunden aushalten und arbeiten können, ohne seine Gesundheit zu gefährden.

Sehr eingehende Versuche, welche hauptsächlich zur Anlernung von Grubenbeamten und Arbeitern benutzt wurden, sind von dem Bergassessor Tillmann in Bochum angestellt[191]). Hier benutzte man den Apparat von Rouquayrol-Denayrouze, welcher oben S. 477 bei der Besprechung von dem Eindringen in irrespirable Gase erwähnt wurde, als Sicherung für den Taucher, und es ist gelungen, eine Reihe von Personen tüchtig als Taucher auszubilden. Die Versuche sind deshalb von erheblicher Wichtigkeit, weil man gleichzeitig eine unter Wasser brennende, mit comprimirter Luft gespeiste Lampe gleichfalls von Rouquayrol-Denayrouze mit Erfolg anwendete. Dieselbe besteht aus dem Regulator, der eigentlichen Lampe und dem Ausblaseventil. Der Regulator, in welchem die comprimirte Luft eintritt, sitzt am Fusse des Apparates in einem kupfernen Ringe, welcher drei 0,2 Meter hohe Säulen trägt, auf deren oberen Enden ein zweiter Kupferring aufgeschraubt ist, in dem die für Petroleum mit geradem Docht eingerichtete Lampe befestigt ist. Der Ring trägt ausserdem eine Halbkugel von Messingblech, welche die Lampe überdeckt, aber oben einen elliptischen Schlitz hat, aus dem die Flamme heraustritt. Eine der Säulen ist hohl und führt die Luft aus dem Regulator zur Lampe, wobei der Regulator so genau gestellt ist, dass zur Lampe nicht mehr Luft tritt, als sie verbraucht. Die Luft kann nicht anders, als durch den Schlitz des Messingbleches, welcher mit der Flamme erfüllt ist, entweichen. In solcher Weise war die Lampe bei den Versuchen in schlechten Wettern, welche gleichzeitig mit den Taucherversuchen angestellt wurden, verwendbar. Für Arbeiten unter Wasser umgiebt man die Flamme mit einem Cylinder von starkem Glase von 0,18 Meter Höhe und 0,15 Meter Durchmesser, welcher in dem die Lampe tragenden Kupferring mit Gummiliderung luftdicht eingelassen und oben an einen kupfernen Deckel gleichfalls luftdicht angeschlossen wird; dieser nach oben etwas kegelförmig in die Höhe gezogene Deckel ist in der Mitte durchbohrt und endigt in ein kleines Ausgangsrohr mit einer Ausblaseöffnung von 2 Millimeter Weite, welches durch ein Gummiventil verschlossen wird. Der Sauerstoff der zur Flamme tretenden Luft verbrennt, während die Verbrennungsprodukte, Kohlensäure und Wasserdampf, den Cylinder erfüllen, welche in Folge ihrer starken Spannung das Gummiventil öffnen und im Wasser als Blasen aufsteigen. — Auch für die Gruben bei Saarbrücken sind in gleicher Weise Taucher ausgebildet worden, welche sowohl für Arbeiten unter Wasser, wie in irrespirablen Gasen eingelernt sind, wie

[191]) Glückauf. Essen 1871. No. 49. 52. — Berggeist. Köln 1871. S. 647. 673. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 22.

dies bereits oben S. 491 erwähnt wurde[192]). Seitdem hat man fortgefahren, in vielen Bergrevieren Beamte und Mannschaften in dem Gebrauch des Apparates einzuüben, so wie auch praktischen Gebrauch davon zu machen. Dies geschah beispielsweise auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken[193]), auf der Steinkohlengrube Abendröthe in Niederschlesien[194]), auf der Galmeigrube Scharley in Oberschlesien[195]), wo sehr bedeutende Arbeiten ausgeführt wurden, welche den Taucher einmal nöthigten 2 Stunden hintereinander unter Wasser zu bleiben; es muss hierbei erwähnt werden, dass auch in Oberschlesien in einem der Mathildegrube gehörenden Teiche eine Versuchstation eingerichtet ist, von wo aus Taucher an oberschlesische Gruben abgegeben sind, welche mit bestem Erfolge und in kürzester Frist unter Wasser Beschädigungen an Pumpen beseitigt haben, so z. B. auf der Hoym-Laura-Grube bei Ratibor[196]) und auf der Grube Gott mit uns bei Nicolai[197]). Auch in Belgien auf den Gruben zu Jemeppe[198]), so wie in Italien auf der Blei- und Zinkerzgrube Monteponi[199]), ferner auf dem Victoriaschachte bei Brüx[200]), in Frankreich[201]) hat das Verfahren mit Erfolg Anwendung gefunden.

Als Apparat ist meistentheils der S. 477 behandelte von Rouquayrol-Denayrouze benutzt worden und zwar sowohl der Niederdruck-, wie später der Hochdruckapparat[202]), wobei die Arbeiter mit dem vorbeschriebenen Anzug angethan waren; derselbe hat sich fast überall gut bewährt und ist von den Tauchern gern benutzt worden. Dennoch wird von der Renardgrube in Polen berichtet[203]), dass die Taucher nur ungern sich dieses Apparates bedienten und nach dem älteren englischen Apparat, Scaphander genannt, verlangten; auch bei den oben erwähnten Arbeiten auf der Scharleygrube in Oberschlesien wurde schliesslich der Scaphander dem Apparat von

---

[192]) Der Berggeist. Köln 1872, S. 271. — Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingen. Bd. 16. S. 770.

[193]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 116.

[194]) Ebenda. Bd. 24 B. S. 156.

[195]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 214. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 20. S. 252.

[196]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 235.

[197]) Ebenda. Bd. 26 B. S. 377.

[198]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2 série, t. II. p. 575. — Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 32. p. 203.

[199]) Bulletin a. a. O. t. 3. p. 173.

[200]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 625.

[201]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. St. Etienne. 2 série, tome 9. p. 841.

[202]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 253. 445. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 2. p. 239. — Dingler polyt. Journal. Bd. 208. S. 241.

[203]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 20. S. 555. — Anm. 195.

Rouquayrol-Denayrouze vorgezogen, indem die Taucher behaupteten bei der Anwendung des letzteren Kopfschmerzen zu bekommen, was bei dem Scaphander nicht der Fall sein soll. Der letztere erhält die frische Luft durch Vermittelung der Schläuche unmittelbar durch die Luftpumpe, während bei dem Rouquayrol'schen Apparat der Regulator die Zuführung der Luft zu den Lungen des Tauchers vermittelt, so dass man annehmen sollte, dass das Athmen bei letzterem regelmässiger und ruhiger vorgehen kann, also Beschwerden weniger eintreten sollten.

Früher hatten die Taucher die Arbeit unter Wasser im Dunkeln auszuführen; in neuerer Zeit hat die Firma Rouquayrol-Denayrouze — wie es schon früher zum Eindringen in irrespirable Gase geschehen war — auch für die Arbeiten der Taucher eine Lampe[204]) construirt. Dieselbe ist mit einem Luftdruckregulator versehen, welcher die Luftzuführung zwischen Luftpumpe und Flamme vermittelt. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einer einfachen Petroleumlampe mit flachem Docht, welche innerhalb eines zwischen zwei starken Metallplatten luftdicht eingefügten starken Glascylinders brennt; die obere Platte ist haubenförmig gestaltet und mit einem cylinderischen, oben offenen Aufsatz versehen, innerhalb dessen ein Lippenventil aus Gummi sich befindet, welches unter dem Wasserdruck geschlossen ist und sich nur öffnet, um Verbrennungsproducte entweichen zu lassen, wenn deren Spannung den Wasserdruck übersteigt. Der untere Theil der Lampe besteht aus einem aus drei Metallfüssen zusammengesetzten Gestell, zwischen welchem der Luftdruckregulator angebracht ist. Zwei Füsse sind hohl; durch den einen tritt die comprimirte Luft ein, um zum Regulator zu gelangen, durch den anderen tritt die Luft in dem durch die Wassersäule gebotenen Druck zur Flamme. Der Regulator ist, wie immer, in dem Reservoir und der mit Gummihaube geschlossenen und mit Ventil versehenen Luftkammer, umgeben von dem Gehäuse. Das letztere ist mit einer Anzahl von Oeffnungen und mit einer Schraube versehen, welche mittelst einer Spiralfeder auf den beweglichen Theil der Luftkammer einwirkt und den Zweck hat, dass auch schon ausserhalb des Wassers der Flamme ein Luftstrom zugeführt werden kann, was nothwendig ist, um die Lampe vor der Einfahrt anstecken zu können. Sobald der Taucher in das Wasser kommt, tritt dieses durch die Oeffnungen in das Gehäuse und wirkt auf die Gummihaube und durch diese auf das Einlassventil. Durch diese Einrichtung wird die Luft der Flamme mit einer Pressung zugeführt, welche von dem äusseren Druck nur wenig verschieden ist; die Wirkung des Regulators hat daher bei jeder beliebigen Tiefe unter dem Wasserspiegel stets den gleichen Erfolg. Aus der Luftkammer gelangt die Luft durch den anderen hohlen Fuss und durch ein mit einem Hahn versehenes Rohr zur Lampe, bei welcher noch die sehr zweckmässige Einrichtung getroffen ist, dass dieselbe bis dicht unter den

---

[204]) Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 418.

Schlitz der Brennerkappe mit einer halbkugeligen Metallkapsel überdeckt ist, in welche die frische Luft eintritt und so von allen Seiten gleichmässig durch den Brenner der Flamme zugeführt wird.

Die Verständigung des Tauchers mit den Leuten an der Oberfläche erfolgt durch eine Leine, welche der Taucher um den Arm oder den Leib gebunden hat und mit welcher er die verabredeten Zeichen nach Oben giebt. Es ist begreiflich, dass dieses Mittel der Mittheilung nur ein unvollständiges ist und leicht versagen kann. Die Firma Rouquayrol-Denayrouze hat deshalb ein Sprach- und Höhrrohr mit ihrem Apparat verbunden, welches ein Hin- nnd Hersprechen gestattet[205]). Um die beim Sprechen zu erzeugenden Schallwellen dem Ohre des Tauchers und umgekehrt zuzuführen, ohne durch den in den Helm einmündenden Schlauch die comprimirte Luft direct wieder entweichen zu lassen, ist im Innern der Oberfläche des Helms eine mit dieser concentrische Blechkapsel angebracht, welche vor jeder Berührung mit dem Wasser geschützt ist. An der Aussenfläche des Helms befindet sich ein Schraubenansatz, an welchen der Schlauch angeschraubt wird, der oben mit einem Mundstück versehen ist. Spricht man über Tage in das Mundstück, so theilen sich die dadurch hervorgerufenen Schallwellen der Metallkapsel mit und setzen diese in Schwingungen, welche sich im Innern des Helms bis zum Ohre des Tauchers fortpflanzen und diesem die gesprochenen Worte verständlich machen. Wenn der Taucher spricht, so entstehen in der in seinem Helme und Anzuge befindlichen Luft Schallwellen, welche die Metallplatte der Kapsel in Schwingungen versetzt, die durch den Schlauch nach Oben dringen und dem horchenden Ohr sich mittheilen. Bis zu einer Tiefe von 30 Metern ist das Sprechen des Tauchers an der Oberfläche hörbar. Die Signalleine muss zu dem Zweck beibehalten werden, damit sich der Taucher und die Arbeiter über Tage durch einen Ruck verständigen können, dass sie sprechen wollen. Der Schlauch, so wie die Metallkapsel müssen von allen Wassertropfen und Niederschlägen, so wie von jedem Staub freigehalten werden, um den Schallwellen keinen Widerstand zu bieten.

Nach Dr. Gurlt[206]) scheint das Tauchen unter Zuhilfenahme von Luftreservoirs schon dem Aristoteles bekannt gewesen zu sein, doch die Ausbildung des Tauchens in solcher Weise erst seit Anfang des 16. Jahrhunderts begonnen zu haben. Ein verbesserter Taucherapparat von Edmund Halley wird 1717 beschrieben, bei dem die Luftzuführung durch Ledersäcke erfolgte, die mit Luft gefüllt nach Bedürfniss hinabgelassen wurden. Von

---

[205]) L. v. Bremen: unterseeisches Sprach- und Hörrohr für Taucher. Kiel 1874. — Dingler polyt. Journal. Bd. 213. S. 448. — Glückauf. Essen 1874. No. 27. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 423.

[206]) Dr. Ad. Gurlt in den Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn in den Verhandlungen des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westfalens. Bonn. Bd. 30. S. 241. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 31.

einem Taucheranzuge, welcher eine selbstständige Bewegung im Wasser gestattete, wird 1730 berichtet, während erst in diesem Jahrhunderte die verschiedenen Taucherapparate ausgedehntere Anwendung erfahren haben. In Bergwerken können selbstredend die Glockenapparate nicht Verwendung finden, dagegen sind, wie gezeigt worden ist, in den beschriebenen Vorrichtungen des englischen Scaphanders und des Apparates von Rouquayrol-Denayrouze, welcher letztere von dem sehr thätigen Herrn von Bremen in Kiel für Deutschland vertrieben wird, sehr geeignete Mittel gefunden, um unter Wasser arbeiten und nothwendige Pumpenreparaturen ausführen zu können. Die physiologischen Einwirkungen sind sehr verschieden, je nach Constitution des Tauchers und der Tiefe des Eindringens: es sollten nur kräftige Leute dazu verwendet und nicht tiefer, als 40 Meter getaucht werden, weil alsdann durch den starken Ueberdruck Gefahren für den Taucher entstehen, welche Schlaganfälle herbeiführen können. Im Ganzen scheinen die Einflüsse auf den menschlichen Körper noch nicht endgiltig festgestellt zu sein.

6. Abteufpumpen.[207])

Als Abteufungspumpen bedient man sich in der Regel der Saugpumpen, selten der Druckpumpen.

Bei den Saugpumpen hat man zu unterscheiden: feste Sätze, welche unten stets einen Schläucher haben und durch Zwischenschieben von Röhren nach Bedürfniss verlängert werden, bewegliche (fliegende) Sätze, welche oben durch Aufsetzen von Röhren verlängert werden und mit oder ohne Schläucher versehen sein können.

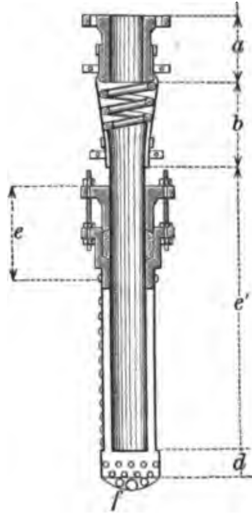
aa. Feste Pumpen mit Schläucher.

Die Saugpumpe endet unten mit dem sogenannten Schläucher, Fig. 817, welcher aus dem Degen c und der Scheide d besteht, die gegenseitig durch die Lederhose b verbunden sind, welche dazu dient, den Schläucher beweglich zu machen, aber zur Erlangung gehöriger Steifigkeit inwendig mit einer Spiralfeder versehen ist. Ueber dem Degen sitzt ein gusseiserner Ansatz a zur Verbindung mit dem Ventilkasten (Schläucherstück), während auf der Scheide eine Stopfbüchse c angebracht ist, mit welcher die Scheide gegen den Degen abgedichtet ist. In der Zeichnung ist der Schläucher zusammengeschoben. Die Scheide ist unten mit einem Saugkorb f versehen, mit welchem sie in dem Vorgesümpfe des Schachtabteufens steht. Wenn das Abteufen vorrückt, so wird die Scheide ausgezogen und dadurch die Pumpe verlängert. Bei den älteren Schläuchern bestand die Scheide aus einer Holzröhre, welche viel besser gegen Stösse und Zerstörungen durch die beim Abteufen umhergeschleuderten Gesteinstücke gesichert ist, als eiserne Röhren; man hat sie aber verlassen, weil man nur Schläucher von

[207]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 18. S. 370.

geringen Dimensionen anwenden konnte. Sobald die Scheide in ihrer ganzen Länge ausgezogen ist, muss ein definitives Rohr eingeschoben werden, zu welchem Zweck der Schläucher abgeschraubt werden muss; das neu eingebrachte Rohr wird, wie die bereits eingebauten, fest gegen die Schachtstösse verspreizt und verlagert und der Schläucher wieder angeschraubt, auch das Gestänge angemessen verlängert. Dieses Verfahren ist in Westfalen bisher vielfach gebräuchlich gewesen, es ist aber überhaupt nur anwendbar, wenn eine wasserdichte Auskleidung des Schachtes nicht beabsichtigt wird, oder wenn diese erst ausgeführt wird nach Erreichung der wassertragenden Schichten von Unten nach Oben, wobei dann entweder ein anderweitiger definitiver Pumpeneinbau stattfindet oder für sorgsame Abfangung und Verlagerung der bis dahin gebrauchten Abteufungspumpe Sorge getragen werden muss. In Bezug auf den Saugkorb des Schläuchers wird auf die S. 555 erwähnte und abgebildete (Fig. 742) zweckmässigere Form hingewiesen.

Fig. 817.



bb. **Bewegliche Pumpen.**[208])

Die bewegliche (fliegende) Pumpe steht mit dem Saugkorb auf der Sohle des Schachtes und sinkt mit dieser mit, indem die Stangen, in welchen sie hängt, nachgelassen werden, entweder mittelst Erdwinden, wie nach der englischen Manier, statt deren indess in neuerer Zeit meistentheils Dampfkabel verwendet werden[209]), oder mittelst Schraubensenkzeugen, wie in Schlesien.

α. **Ohne Schläucher.**

Auf den belgischen Gruben bei Mons[210]) lässt man den birnförmig gestalteten Saugkorb des Saugrohrs direct auf die Sohle des Schachtes, beziehungsweise im Vorgesümpfe aufstehen; um ihn vor den Wirkungen der Schüsse beim Schachtabteufen zu sichern, erhält er sehr grosse Dicke. Man bringt eine Reihe von Löchern zum Eintritt des Wassers an, doch werden diejenigen mittelst Pflöcken verschlossen, welche nicht in das Wasser tauchen. Die Pumpen werden oben zwischen zwei Hauptbalken gefasst, auf welchen, den Rohren entsprechend, concav ausgeschnittene Querlager liegen; ausserdem wird jedes, der Zahl nach ungerade Rohr durch zwei

---

[208]) J. R. v. Hauer a. a. O. S. 715.
[209]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22B. S. 149.
[210]) Ponson a. a. O. t. III. p. 531.

ähnliche Balken und darüber gelegte, concav ausgeschnittene Brettstücke geleitet. Sobald der obere Kranz des höchsten Rohres beim allmäligen Sinken in die Nähe der querliegenden Balken kommt, wird das Ausgussrohr abgenommen, ein neues Rohr eingeschaltet und das Ausgussrohr wieder aufgesetzt; alsdann beseitigt man das Querlager so lange, bis der Kranz hindurch ist.

Ein ganz ähnliches Verfahren fand früher in Schlesien statt, nur dass man sich hier bei demselben auch des Schläuchers bediente[211]). Man unterstützte die Last der Pumpe, indem man sie durch Stempel gegen die Hauptlager absteifte und Behufs des Senkens diese Stempel durch kleinere ruckweise ersetzte, beziehungsweise ganz beseitigte. Begreiflicherweise ist diese Art zu senken mit den allergrössten Gefahren für die Pumpen selbst, wie für die Arbeiter verknüpft.

Wenn die Sohle des Schachtes nicht fest ist, die Pumpe also leicht einsinken könnte, so wird sie auf den Gruben bei Mons[212]) in der Weise aufgehängt, dass neben der Ventilkammer zwei eiserne Stangen seitlich angebracht und mit Ketten an den Ventilkasten befestigt werden; die Stangen werden nach Oben verlängert, indem die einzelnen Stücke durch Gabelschlösser mit einander verbunden werden, und enden oben in Schraubenspindeln mit rechteckigen Gängen, welche durch einen starken Balken gehen und mit Schraubenmuttern gehalten werden; das Senken erfolgt dann durch allmäliges Nachschrauben der Schraubenspindeln, bis Raum für das Einbringen eines neuen Rohres oben gewonnen ist. Bei grossen Sätzen nimmt man statt 2 solcher Führungsstangen deren 3 und schraubt diese Behufs des Senkens gleichmässig nieder. Für grössere Tiefen verwandelt man die oberen Theile des Satzes in feste und bringt das Lager für die Schrauben in der Tiefe des Schachtes unterhalb des festen Pumpensatzes an: man wird dies überall da thun können, wo die wasserdichte Auskleidung der Schächte, wie in Belgien, stückweise und alsdann definitiv erfolgt, so dass mit ihr auch die Verlagerung der Pumpen definitiv geschehen kann. Bietet aber der Schacht keine Gelegenheit, das Lager für die Schrauben fest zu verlagern, so muss man die Stangen mit den Schrauben auch dann bis zu Tage führen, wenn der obere Theil der Pumpen schon definitiv eingebracht ist.

Besser als bei Mons ist die Befestigung der Stangen an die Pumpe zu Anzin, wo ein zweitheiliger Ring um die Ventilkammer gelegt wird, dessen Bolzen zugleich das Auge der unteren Stange aufnehmen. Die Schraubenmutter geht hier, um sie leichter handhaben zu können, auf einer vertieften Stahlplatte, welche auf den Lagerbalken befestigt ist; das Drehen erfolgt durch Schraubenschlüssel. Auf der Grube Rhein-Elbe bei Gelsen-

---

[211]) Nottebohm: über das Senken von Schachtsätzen in Oberschlesien in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10B. S. 242.

[212]) Ponson a. a. O. t. III. p. 535.

kirchen bewirkte man in einem ähnlichen Falle die Bewegung der beiden Schraubenspindeln durch zwei Schrauben ohne Ende, indem die Muttern die Nabe von gezahnten Rädern bilden, welche durch die endlosen Schrauben gedreht werden; die beiden Schrauben ohne Ende sitzen auf einer gemeinschaftlichen Achse, welche durch ein Zahnradvorgelege mit Kurbel bewegt wird.

In England[213]) bringt man zu jeder Seite der zu senkenden Pumpe — auch in den Fällen, wo die Schachtsohle vermöge der Festigkeit des Gebirges ein unmittelbares Aufsetzen gestatten würde — hölzerne Senkbäume an, welche unten mit Eisenbeschlag versehen sind und entweder einen zweitheiligen, um die Ventilkammer gelegten Ring oder die an das Saugrohr angegossenen Vorsprünge erfassen; diese Senkbäume werden in gewissen Entfernungen mit dem Steigrohr der Pumpe entweder durch eiserne zweitheilige Ringe oder durch umgewickelte Seile verbunden. Jeder Senkbaum erhält oben ein Kopfstück mit einer Oese und zwei Rollen auf ein und derselben Achse; darüber befinden sich an der Hängebank auf festem Balken andere Rollen, so dass durch Verbindung dieser Rollen mittelst Seilen Flaschenzüge entstehen, zu deren Bewegung Erdwinden dienen, welche, wenn der Satz gehoben werden soll, durch Pferde gedreht werden, während sonst die hängende Pumpe durch Anbringen von belasteten Schlitten an die Kraftarme der Erdwinde contrebalancirt wird, falls nicht Dampfkabel statt der Erdwinden benutzt werden. Der Anschluss des Senkzeuges an den Saugkorb erfolgt nach Fig. 742 in neuerer Zeit an einen quer durch denselben geführten und angegossenen Anker a b. An Stelle von Senkbäumen werden in England auch starke Drahtbandseile zur Aufhängung der Abteufpumpe benutzt, indem die beiden Seile, um den Pumpenröhren Gelegenheit zum Auflagern mittelst ihrer Flantschen zu geben, in Entfernungen, welche der Länge der Röhren entsprechen, mit eisernen Bändern verbunden sind, Fig. 818[214]).

In allen besprochenen Fällen findet ein allmäliges Sinken des Pumpensatzes statt, es muss deshalb das Kolbenrohr so viel länger sein, als die Höhe des oben aufzusetzenden Steigrohrs beträgt. Ebenso muss der Ausguss Anfangs so viel höher stehen.

Auf der Scharleygrube in Oberschlesien hat man einen Satz in Schienen von U-förmigem Eisen aufgehängt, indem man an die Schienen Knaggen angebracht hat, welche unter die angegossenen Laschen des Kolbenrohrs und des Ventilkastens fassen, so dass die früher gebräuchlichen Einfassungslager entbehrlich werden und der Pumpe eine grössere Festigkeit gewährt wird; zur Erhöhung der Festigkeit sind an den Seiten der Schienen

---

[213]) Ponson a. a. O. III. 543. — Greenwell: A practical Treatise on Mine Engineering. p. 141. — v. Dücker: gusseiserne Schachtverdichtung in Westfalen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 5B. S. 73.

[214]) Broja a. a. O. Bd. 22B. S. 149.

Knaggen angebracht, mit welchen der Satz gegen die Zimmerung abgebolzt wird.

Im Abteufen eines flachen Schachtes auf der Steinkohlengrube Abendstern bei Rosdzin in Oberschlesien hat man eine Rittinger Pumpe in Thä-

Fig. 818.



tigkeit, welche mittelst Senkbäumen gesenkt und nach Oben verlängert wird. Die beiden Senkbäume sind 6,25 Meter lang, 13 Centimeter breit und 20 Centimeter hoch, glatt gehobelt und in die von 2,824 zu 2,824 Meter liegenden Schwellen verlagert, in welchen sie mittelst Keile derartig befestigt sind, dass sie leicht nach Oben gelöst und gehoben werden können. Der über dem Plunger befindliche Windkessel bewegt sich mittelst eines angegossenen Führungsschlittens auf eisernen Schienen, welche auf den Senkbäumen befestigt sind. Der Plunger ist durch zwei auf die Senkbäume geschraubte Holzknaggen am Herausgehen gehindert, wenn die Pumpe am Gestänge gehoben oder herausgezogen werden soll, was mittelst der Maschine geschieht; sollte das Gestänge gebrochen sein, so ist an dem einen Senkbaum ein eiserner Haken angebracht, in welchen ein Seil oder eine Kette befestigt wird, um das Heben der Pumpe zu bewirken. Das Steige-

rohr, welches zugleich das Gestänge bildet, besteht aus Stücken von höchstens 9,416 Meter, welche mittelst Kugelcharniere mit einander verbunden sind und an ihrem oberen Ende durch eine Achse mit zwei kleinen Flantschenrädern getragen werden; diese Räder laufen auf Holzleisten, welche an den Stellen, wo die Räder dauernd arbeiten, noch mit schwachem Flacheisen garnirt werden. Die Holzleisten müssen von dem untersten Räderpaare so weit nach Oben geführt werden, als ein Heben der Pumpe überhaupt zu erwarten steht, damit die Räder niemals ihre Führung verlieren; sie werden auf Bohlen genagelt, welche in die Schwellen eingefasst sind. Das Senken der Pumpe erfolgt immer auf 0,942 Meter oder 2,825 Meter Länge, je nach der Länge des einzuschaltenden Rohrstücks. Diese letzteren sind aus Gusseisen, während, nach Oben wenigstens, beim Einschalten eines ganzen Rohres von 9,416 Meter Länge schmiedeiserne Rohre eingeschaltet werden. Das Steigrohr hat einen lichten Durchmesser von 0,105 Meter, während das gusseiserne Saugrohr 0,131 Meter weit und mit einem 0,157 Meter weiten schmiedeeisernen Saugkorb versehen ist. Dasselbe ist mit dem untersten Kugelcharnierstück verbunden. Unten ist der Saugkorb durch ein gekrümmtes Blech geschlossen, welches sich beim Senken oder Aufholen der Pumpe ungehindert auf der unebenen Streckensohle bewegen kann; vermöge des Kugelcharniers lässt sich das Saugrohr beliebig nach rechts und links drehen und in den Sumpf verlegen. Die Senkbäume sind nicht nur durch den sorgfältig aufgepassten Plunger, sondern auch noch durch schmiedeeiserne Traversen fest verbunden[215]).

β. Mit Schläucher.

Das Verfahren, mit beweglichen Pumpen, welche mit Schläucher versehen sind, abzuteufen, ist in Schlesien schon seit langer Zeit gebräuchlich[216]). Das Verfahren unterscheidet sich gegen das Vorige dadurch, dass nicht ein allmäliges beständiges Sinken, sondern ein zeitweiliges ruckweises stattfindet; es bedarf also hier keiner Verlängerung des Kolben- und Ausgussrohrs und andererseits kann man von einem Senken zum andern die Pumpe fest unterfangen. Die einzelnen Rohre der Pumpe hängen in Kranzhölzern und Umfassungslagern, welche durch starke Schraubenbolzen mit den zu beiden Seiten der Pumpe hinabgeführten und mit dieser gleichmässig zu verlängernden S e n k b ä u m e n verbunden sind; die Lehre für die Senkbäume bilden die Hauptlager der Schachtzimmerung, welche mit entsprechenden Einschnitten zur Führung versehen sind. Zum eigentlichen Senken und Heben des Satzes dienen die S e n k s c h r a u b e n, welche über

---

[215]) Diese Mittheilungen über die von dem Maschinenfabrikanten Hoppe ausgeführte Anlage verdanken wir dem Bergrath von Krenski. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25B. S. 231.

[216]) Schraubensenkzeuge für Schachtpumpen im bergm. Taschenbuch von R. v. Carnall und O. Krug v. Nidda. Jahrg. 1846. S. 202.

Tage durch einen starken Balken hindurchgehen und von denen aus starke Ketten hinunterführen; diese fassen in Backeneisen, welche an den innern Seiten der Senkbäume befestigt sind, so dass die Pumpe mit den Senkbäumen an den Senkschrauben hängt. Durch gleichmässiges Drehen der auf dem Balken angebrachten Schraubenmuttern drehen sich die Schraubenspindeln abwärts, was jedes Mal vorgenommen wird, wenn ein neues Rohr oben aufgesetzt werden soll. In früherer Zeit hat man immer nur um eine halbe Rohrlänge gesenkt, mit langen, kräftigen Senkschrauben ist man aber auch im Stande, eine ganze Rohrlänge abzusenken. Zur Verlängerung der Kette müssen Einschaltungsglieder von der Länge eines halben, beziehungsweise ganzen Rohres vorhanden sein; sind diese Reservestücke eingeschaltet, so werden neue Backeneisen zum Einhängen der Kette an höherer Stelle an die Senkbäume befestigt. Das Senken erfolgt nun in der Weise, dass nach Beseitigung des Pumpengestänges durch Drehen an den beiden Schraubenmuttern der Satz ein wenig angehoben wird, um die Unterstützungsbolzen der obersten Röhre zu beseitigen, alsdann folgt durch völlig gleichmässiges Drehen der Schraubenmuttern das Senken, wobei sorgfältig darauf zu achten ist, das beide Ketten gleichmässig straff bleiben und nirgends ein Aufsetzen stattfindet; ist das Senken um die halbe Rohrlänge beinahe erfolgt, so werden die Abfangebolzen wieder eingebracht, auf welche der Satz behutsam niedergelassen wird. Demnächst bringt man das neue Rohrstück ein, verlängert das Gestänge und lässt nun die Pumpe unberührt, bis der Schläucher allmälig wieder so weit ausgezogen ist, dass die Verlängerung der Pumpe nothwendig wird. Die Schraubenmuttern sind sechsseitig und werden durch 1 Meter lange Schraubenschlüssel leicht gehandhabt. Man hat die Schraubenschlüssel dadurch verbessert, dass man eine Art Sperrhaken anbrachte[217]) und die Schraubenmutter mit Zahnkränzen versah, wodurch erreicht ist, dass die Arbeiter nicht nach jeder Drehung den Schlüssel neu anlegen müssen, sondern durch Verlegen des Sperrhakens immer neue Angriffspunkte erhalten und daher von ein und derselben Stelle aus die Drehung vollenden können. — Eine andere Verbesserung ist dadurch erreicht, dass man statt der immerhin unzuverlässigen Ketten schmiedeeiserne Flachschienen, welche durch Schliesskeile verbunden sind, benutzt.

Die Unsicherheit, welche dem Verfahren mit Senkschrauben noch immer anhaftet, und die Unmöglichkeit, mit der Last über ein gewisses Maass hinauszugehen, haben den Maschinenmeister Nottebohm veranlasst, ein hydraulisches Senkzeug anzuwenden[218]). Die Senkbäume werden durch eiserne Gestänge, aus 20 Eisenstäben mit Laschenverbindung bestehend, bis zu Tage verlängert, wobei Vorkehrungen getroffen sind, dass die Enden der beiden Gestänge genau in derselben Horizontalebene liegen,

---

[217]) Schles. Wochenschrift. Jahrg. 1859. S. 173.

[218]) Nottebohm: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10 B. S. 241.

wo sie an das Querhaupt des Presscylinders angeschlossen werden. Der Presscylinder steht auf der Hängebank genau in der Mittelachse der zu senkenden oder zu hebenden Pumpe. Man lässt den Kolben leer in die Höhe gehen, schliesst die beiden Gestänge durch Keile an das Querhaupt an und, indem man das Wasser unter dem Kolben beseitigt, sinkt derselbe mit dem Gestänge und dem Pumpensatz um die Höhe des Kolbens nach Unten; das Spiel wiederholt man, bis der Satz die erforderliche Senkung erfahren hat. In gleicher Weise verfährt man, wenn man den Satz heben will, nur dass umgekehrt der aufgehende Kolben hier die Last des Satzes mit in die Höhe nimmt und leer zurückgeht. Diese Methode ist sehr wichtig und kann auch beim Einsenken schwerer und definitiver Sätze benutzt werden. Zur Speisung der hydraulischen Vorrichtung dient eine Dampfpumpe.

In der Regel wird man Saugpumpen beim Abteufen verwenden, weil deren Ventile und Kolben im Falle eines unerwarteten Eindringens der Wasser leicht ausgewechselt werden können. Doch finden sich auch Druckpumpen. Man benutzte auf dem Barbaraschachte der Galmeigrube Guido bei Tarnowitz[219]) eine Dampfpumpe gewöhnlicher Construction, welche an einem Senkbaum befestigt wurde und dem Abteufen folgte, sie erhielt die Dämpfe aus den über Tage befindlichen Kesseln; Dampfrohr und Steigrohr wurden allmälig verlängert, das Ansaugen der Wasser erfolgte aus dem Vorgesümpfe mittelst Gummischlauch. Man erreichte mit dieser Vorrichtung, wobei der Druckkolben nur 13 Centimeter Durchmesser hatte, einen sehr guten Effect, indem man durch schwimmendes Gebirge 25 Meter damit abteufte und die Arbeit von 18 Wasserziehern ersetzte. — Aehnlich verfuhr man auf der Steinkohlengrube Guido bei Zabrze[220]), wo die Dampfpumpe in 2 Senkbäumen hing, welche sich innerhalb der als Lehre dienenden Hauptlager der Schachtzimmerung bewegten, und welche nach Oben mit dem Vordringen des Abteufens verlängert wurden. Die Dämpfe wurden in kupfernen Röhren zu- und in besonderen wieder abgeführt; die Steigröhren waren der grösseren Leichtigkeit wegen aus Eisenblech hergestellt. Man drang hiermit bis zu 56 Meter mit dem Abteufen vor, wo man angeblich der schwierigen Dampfzuführung wegen das Verfahren einstellte.

Auch auf dem Albertschacht der Steinkohlengrube Gerhard bei Saarbrücken[221]) ging man in ähnlicher Weise vor, indem man eine Dampfpumpe dem Abteufen folgen liess und deren Gestänge und Steigröhren nach Oben verlängerte; man hat auf solche Weise eine Teufe von 44 Meter erreicht. — Etwas complicirter ist die Vorrichtung auf der Steinkohlengrube Johann Baptista bei Neurode in Niederschlesien erfolgt,

---

[219]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8 A. S. 185.
[220]) Schles. Wochenschr. Jahrg. 1859. S. 78.
[221]) Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 11 A. S. 260.

indem man die Dampfpumpe über Tage liess und ihre schmiedeeiserne Kolbenstange mit dem Pumpenkolben in directe Verbindung brachte; die Dampfpumpe war am oberen, die Abteufungspumpe, eine Druckpumpe am unteren Ende eines 31 Centimeter starken Senkbaums befestigt; die Kolbenstange läuft in Lagern, welche am Senkbaum angebracht sind, an dessen anderer Seite die Steigröhren sich befinden. Der Senkbaum hängt mit 2 Senkschrauben in Querschwellen, welche auf der Hängebank sich befinden; die Schraubenmuttern liegen in Ansätzen an dem die Verbindung der Dampfmaschine mit dem Senkbaume vermittelnden gusseisernen Rahmstücke. Das Saugrohr der Pumpe ist mit einem gewöhnlichen Schläucher versehen, welcher ein Abteufen von 1,883 Meter gestattet; die Verlängerungsstücke des Senkbaums, des Gestänges und der Steigröhren sind 3,766 Meter lang, so dass provisorisch immer 1,883 Meter lange Stücke eingeschaltet werden. Um dies bewerkstelligen zu können, wird die Dampfpumpe gelöst, mittelst Flaschenzuges 1,883 Meter gehoben, so dass die Verlängerung stattfinden kann; demnächst wird die Maschine wieder gekuppelt und das Ganze 1,883 Meter gesenkt. Man erreichte eine Tiefe von 75 Meter, wobei man im Allgemeinen gefunden hat, dass das Abteufen mit Druckpumpen nicht so bedenklich ist, wie man sonst in der Regel anzunehmen pflegt.

Die Cameron'sche Dampfpumpe, bei welcher mit der Dampfmaschine die Pumpe unmittelbar in Verbindung steht, wird beim Abteufen benutzt[222]). Dieselbe hängt, Fig. 819, in einem Flaschenzug, mittelst dessen sie gesenkt und gehoben werden kann. Der Dampf wird durch das allmälig zu verlängernde Rohr a aus einem über Tage stehenden Dampfkessel zugeführt und durch das Rohr b ausgeblasen. Das durch das Saugrohr c angesaugte Wasser wird in das beim Vertiefen des Schachtes zu verlängernde Steigrohr d gedrückt und gelangt bei e zum Ausguss.

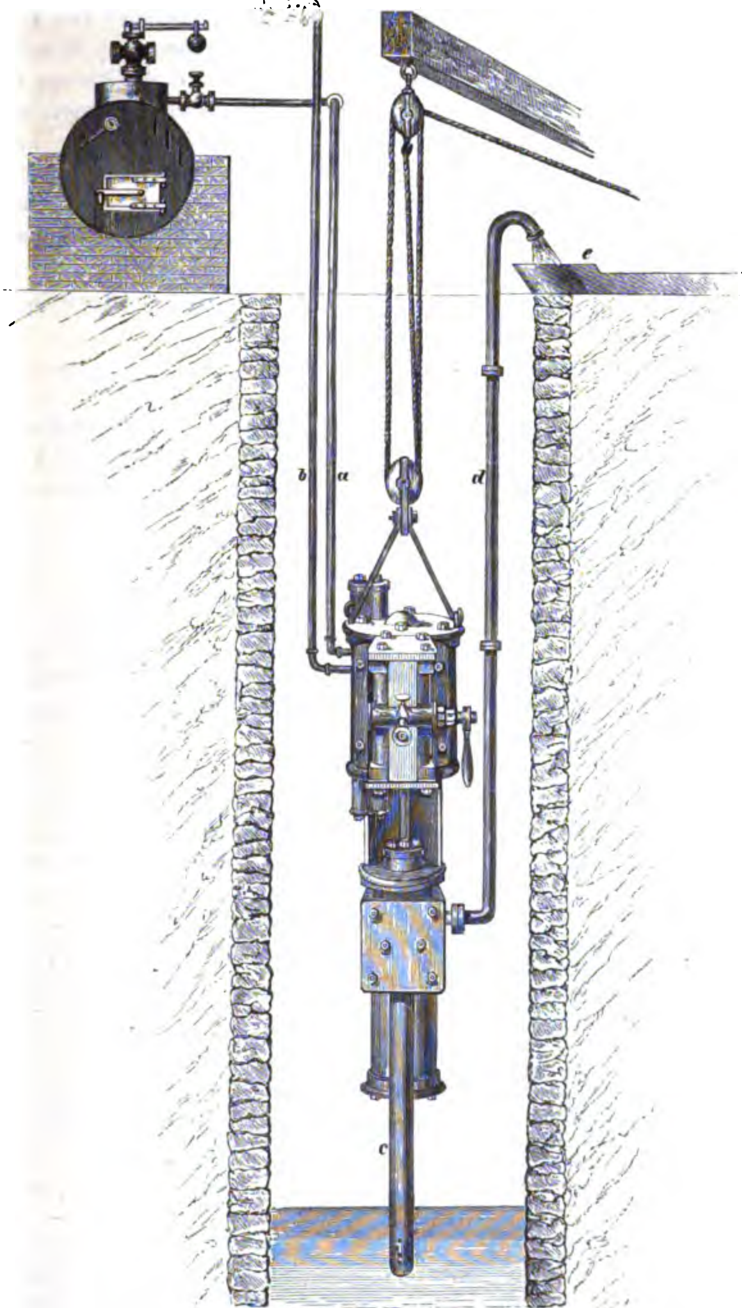
Leutner in Breslau construirt Abteufpumpen[223]) in 5 verschiedenen Grössen zur Wältigung von 0,5 bis 2,5 Kubikmeter Wasser in der Minute aus einer Schachttiefe von 60 Meter. Die Dampfmaschine mit stehendem Cylinder und Meyer'scher Expansion und Kurbelmechanismus ist auf hölzernen Hauptlagern über dem Wasserhaltungstrum des Schachtes aufgestellt, so dass der Fundamentrahmen zugleich als Geradführung für den unter der Maschine liegenden Kreuzkopf dient, an welchem die Schubstangen der beiden Kurbeln und die Kolbenstangen angreifen. Die Kolbenstange des Dampfcylinders gabelt sich Behufs Aufnahme des hölzernen Gestänges; dieselbe Verbindung besteht unten im Schachte zwischen Holzgestänge und Kolbenstange des Pumpenkolbens. Die Pumpe ist doppeltwirkend und hat 4 Klappenventile (Kreuzventil) in einem Gussstück,

---

[222]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. X. p. 241.

[223]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1880. S. 284. — Glückauf. Essen 1880. No. 44.

Fig. 819.



welches schnell ausgewechselt werden kann. Unmittelbar über dem Ventilkasten befindet sich ein geschweisster Windkessel, welcher es gestattet, dem Wasser in den geschweissten Steigröhren eine Geschwindigkeit von 1 Meter zu geben, ohne Stösse befürchten zu müssen. Pumpe nebst Windkessel und Steigröhren hängen in Senkbäumen, und werden die hölzernen Steigröhrenhalter zugleich als Verbindungsbalken für die Senkbäume, so wie als Führungen für das Pumpengestänge benutzt. Die Fangarme an den Aussenseiten der Senkbäume ruhen auf hölzernen Querlagern und diese auf stärkeren Einstrichen im Schachte. Da die Querlager mit letzteren nur lose verbunden sind und die Fangarme nach oben konisch verlaufen, so können im Falle des Ersaufens die Senkbäume und mit ihnen die ganze Pumpe zu Tage gehoben werden, indem die Fangarme die Querlager bei Seite schieben.

7. Motoren.

Die Pumpen beim Bergbau werden in seltenen Fällen durch Menschen oder andere lebende Motoren, ebenso selten durch vom Winde bewegte Maschinen, häufiger durch hydraulische Motoren, in den meisten Fällen durch Dampfmaschinen betrieben.

aa. Lebende Motoren.

Einfache und kleinere Pumpen können durch Menschenhände in Bewegung gesetzt werden und heissen dann Handpumpen, welche indess wohl nur beim Vorhandensein unbedeutender Zuflüsse im Schachtabteufen oder auch bei flachen Gesenkbauen angewendet werden. Die Handpumpen sind Krückel- oder Hebelpumpen.

Bei den ersteren endet die Kolbenstange in einen Querarm, welchen der Arbeiter mit beiden Händen umfasst, wobei aber die Wirkung nur eine geringe ist. Bei der Hebelpumpe, wo der Kraftarm viele Male länger ist, als der Lastarm und ohnehin mehre Arbeiter zu gleicher Zeit anfassen können, ist die Wirkung eine grössere, zumal hier die Arbeiter durch Druck wirken, während sie bei der Krückelpumpe ziehen.

Noch wirksamer wird der Druck der Arbeiter bei den Tretpumpen, bei welchen der Pumpenhebel durch die ganze Last des Körpers der Arbeiter niedergedrückt wird.

Auch durch Pferde treibt man kleinere Pumpenwerke, indem man durch die Pferde eine stehende Welle bewegen lässt, von welcher mittelst Vorgelege die Kraft auf die Pumpen übertragen wird; solche Maschinen nennt man Rosskünste.

bb. Windkünste.

Sehr häufig bei dem Gradirwerksbetrieb der Salinen erscheinen Windkünste als Motoren der Pumpen, weil hier bei lebhaftem Winde auch die Gradirung einer besonders starken Speisung bedarf, also die Kraft des

Windes zugleich als Motor für die Pumpen verwendet werden kann. Da ein regelmässiger Pumpenbetrieb bei Benutzung des Windes nicht möglich ist, so sind die Windkünste auch ungeeignet für den Bergbau, dennoch findet man sie hin und wieder auf Braunkohlengruben mit geringen Wasserzuflüssen, und in England sind sogar Stimmen laut geworden, welche zu ihrer allgemeineren Anwendung anregen wollten[224]). Die Pumpenkolbenstange greift häufig unmittelbar an die gekröpfte Flügelwelle der Windkunst an, so dass eine directe Uebertragung der Kraft stattfindet; richtiger ist es, der Welle ein Zahnradvorgelege zu geben, um einen grösseren Hub und eine geringere Zahl von Kolbenspielen nehmen zu können.

cc. Hydraulische Motoren.

α. Wasserräder und Turbinen.

Bei Pumpen, welche durch Wasserräder bewegt werden, wird die Kraft in der Regel durch Krummzapfen übertragen, wobei eine Umsetzung durch Vorgelege nicht erforderlich ist, wenn man gewöhnliche verticale Wasserräder hat, dagegen ist dieselbe nothwendig bei horizontalen Wasserrädern (Turbinen). Bei den gewöhnlichen Wasserradkünsten greift das Pumpengestänge entweder unmittelbar an den Krummzapfen der Radwelle, oder es hängt an einem Hebel (Kunstkreuz), welcher vom Krummzapfen mittelst einer besonderen Lenkerstange in auf- und abgehende Bewegung gesetzt wird.

Für Turbinen muss, ähnlich wie bei den Rosskünsten mit stehender Welle, ein Zahnradvorgelege vorhanden sein, indem ein auf der Turbinenwelle sitzendes Rad in ein anderes der Krummzapfenwelle einzugreifen hat; für Turbinen mit schneller Umdrehung ist mehrfache Umsetzung erforderlich, so dass sie für Pumpenwerke weniger geeignet sind, als die langsamer sich bewegenden Wasserräder.

β. Wassersäulenmaschinen.[225])

Die Wassersäulenmaschinen eignen sich vorzugsweise zur Bewegung von Pumpen und sind stets direct wirkend; dabei liegen Treibekolben und Pumpenkolben entweder in einer Ebene und sind durch ein und dieselbe Stange verbunden, oder der Pumpenkolben ist seitwärts durch einen Krums an das Gestänge angeschlossen, weshalb zur Ausgleichung des Gestängegewichts ein Contrebalancier erforderlich ist; zweckmässiger ist es ein Scheerengestänge anzuwenden, bei welchem also der Treibcylinder, wie der Pumpencylinder zwischen den beiden Stangen liegt und die Kraft durchaus centrisch angreift, wobei zur Ausgleichung des Gestängegewichts beim Niedergange ein hydraulischer Balancier angebracht ist. Solche Wasser-

---

[224]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 654. 678.

[225]) J. R. v. Hauer a. a. O. S. 584.

säulenmaschinen finden sich in Ungarn, bei Freiberg[226]), im Mansfeldischen, überall gern da, wo man mehre Stolln über einander hat, so dass man die Aufschlagewasser der Maschine aus dem oberen Stolln auf dem unteren Stolln bequem abführen kann. Bei der grossen bairischen Soolleitung von Berchtesgaden über Reichenhall und Traunstein nach Rosenheim sind neun Wassersäulenmaschinen zum Heben der Soole aufgestellt, welche nach verschiedenen Systemen construirt sind[227]).

Die ersten Anregungen zur Construction der Wassersäulenmaschinen scheinen von Belidor in den Jahren 1736 bis 1738 gegeben zu sein, wenn nicht schon eine ähnliche im Jahre 1731 von Denisart und de la Deuille gemachte Erfindung dahin zu rechnen sein wird. Die erste in die Praxis eingeführte Wassersäulenmaschine wurde von Winterschmidt auf der Grube Beständig auf dem Oberharze im Jahre 1748 aufgestellt, worauf im Jahre 1749 eine von Höll zu Schemnitz in Ungarn gebaut wurde. Diesem Vorgange folgten auf dem Harze und bei Schemnitz eine grössere Menge anderer Maschinen. In Sachsen wurden sie 1767 durch Mende eingeführt, auch gelangten sie in Oesterreich zur Anwendung, und während sie hier am längsten beibehalten wurden, verschwanden sie am Harze und in Sachsen wieder. Erst im Jahre 1817 führte sie Reichenbach nach verbesserten Principien bei der bairischen Soolleitung wieder ein, von wo aus sie wiederum weitere Verbreitung fanden[228]).

Zu Przibram stehen zwei Wassersäulenmaschinen seit mehren Jahren in Benutzung, von denen die eine ein Steuerungssystem von drei Kolben, die andere ein solches mittelst Schieber hat. Nach den gemachten Erfahrungen ist der Schiebersteuerung der Vorzug vor der Kolbensteuerung unbedingt einzuräumen[229]).

Wassersäulenmaschinen, welche auf einigen Gruben bei Saarbrücken, wie früher erwähnt ist, zur Förderung aus flachen Abhauen benutzt werden, dienen zugleich zur flachen Wasserhaltung, indem auf der Treibwelle ein Treibrad aufsitzt, welches durch eine Kuppelung je nach dem Bedürfniss ausrückbar ist und in ein Getriebe eingreift, an welches das Gestänge angeschlossen ist. Dasselbe läuft auf Rollen im flachen Schachte und treibt eine Druckpumpe von 15,7 Centimeter Durchmesser und 94,2 Centimeter Hub, mittelst welcher die Wasser 39,6 Meter seiger, beziehungsweise 233,4 Meter flach bei einer Steigung von 9 Grad 46 Minuten gehoben werden[230]). Aehnliche Anlagen finden sich auf der Steinkohlenzeche ver. Franziska Tiefbau bei Witten[231]) und ver. Hagenbeck[232]) in Westfalen.

---

226) Weisbach a. a. O. 925. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 27. S. 378.
227) Ebenda. S. 930.
228) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1873. S. 1.
229) Ebenda. 1874. S. 202. — Rittinger, Erfahrungen 1864; 1872. S. 1.
230) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19B. S. 175.
231) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 257.
232) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 24B. S. 158.

Vom Kunstmeister Bornemann in Freiberg werden Wassersäulenmaschinen zur Benutzung beim Abteufen von Schächten, welche mit den Hauptwasserhaltungschächten nicht in Verbindung stehen, empfohlen[233]).

Nach den Principien der bereits erwähnten und noch weiter zu besprechenden unterirdischen Dampfmaschinen hat der Bergrath Jordan auf dem Königin Marie Schacht bei Clausthal eine unterirdische Wassersäulenmaschine aufgestellt[234]). Die Maschine hat ihren Platz im Tiefsten des Schachtes 597 Meter unter der Aufschlagrösche und 229 Meter unter dem Ernst August Stolln, auf dem die gehobenen Wasser ausgiessen, gefunden. Zwei doppelt wirkende Treibecylinder bewegen mit ihren Kolbenstangen direct zwei dahinter liegende doppelt wirkende Pumpen und treiben zugleich ein Schwungrad. Bei den Treibecylindern erfolgt die Steuerung mittelst zweier auf der Schwungradwelle liegender Excenter und von diesem getriebener Steuerkolbensysteme. Treibecylinder, Treibekolben und Kolbenstange sind aus Rothguss gefertigt, desgleichen die Steuerkolben mit ihren Stangen, deren Cylinder mit Rothguss gefüttert sind; auch die Pumpenkolben sind mit Stangen aus Rothguss versehen. Die Treibe- und Pumpenkolben sind Kolben ohne Liderung, aber sorgfältig in die Cylinder eingeschliffen. Die Pumpen haben nur wenige Meter hoch zu saugen und drücken das gehobene Wasser in einem gemeinsamen Steigrohr 229 Meter hoch bis auf den Ernst August Stolln. Die Treibkolben haben 310 Millimeter Durchmesser und 625 Millimeter Hub, die Pumpenkolben aber 328 Millimeter Durchmesser und gleichen Hub, die gemeinsame Kolbenstange ist 168 Millimeter stark; es braucht also jeder Treibekolben für den Umgang 67,3 Liter Aufschlagewasser, während jeder Pumpenkolben 78,57 Liter Wasser auf den Umgang hebt; bei 0,5 Meter Kolbengeschwindigkeit werden 3770 Liter Wasser in der Minute gehoben, wobei die Geschwindigkeit in den Einfall-, sowie in den Saug- und Steigröhren 1 Meter in der Sekunde beträgt.

Eine ähnliche direct wirkende, unterirdische Wassersäulenmaschine ist von der Firma Hathorn, Davis, Campbell und Davey zu Leeds[235]) construirt; es ist indess hier nur ein Treibecylinder vorhanden, an welchen vorn und hinten die Druckpumpen angeschlossen sind. Im Ventilkasten sind 2 Ein- und 2 Auslassventile angebracht, welche abwechselnd von dem Druckwasser gehoben werden.

Von dem Maschinenfabrikanten Philipp Mayer zu Wien ist eine

[233]) Bornemann: über die Wasserhaltung in Separatabteufen mittelst kleiner Wassersäulengezeuge in Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1872. Freiberg 1872. S. 157.

[234]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 181. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 339. — Fickler in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 26B. S. 233. — Hoppe ebenda. Bd. 26B. S. 240; Bd. 27B. S. 221.

[235]) Dingler polyt. Journal. Bd. 220. S. 23; Bd. 225. S. 231; Bd. 237. S. 348. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1877. S. 231.

rotirende Wassersäulenmaschine mit Expansion construirt[236]), welche für kleinere Wasserhebungen sehr verwendbar erscheint. Sie gleicht völlig einer Dampfmaschine, hat aber an dem Schieberkasten, sowie an beiden Cylinderenden Windkessel, welche stets mit Luft erfüllt gehalten werden; hierdurch wird ein Ausgleich gegen die unelastische Eigenschaft des Wassers gewonnen und ermöglicht, durch die Steuerung eine geringe Expansion, sowie auch Compression und Voreintritt herbeizuführen. Man erreicht dadurch die Beseitigung schädlicher Stösse und einen ruhigen Gang. Man kann die Maschine 200 und mehr Touren in der Minute machen lassen.

Auf dem Bleierzbergwerk Holzappel in Nassau ist von Ficus zu Limburg[237]) eine Wassersäulenmaschine eingebaut, welche durch eine Wassersäule von ca. 70 Meter Höhe betrieben wird und die Grubenwasser aus dem 125 Meter tiefen Schachte mittelst eines Systems zweier übereinander stehender Pumpen auf die vorgedachte Stollnsohle hebt. Das Bemerkenswertheste an dieser Maschine besteht darin, dass das Wasserquantum, welches zum Heben der Gestängelast erforderlich ist, gegen die Wassersäule in der Druckrohrleitung, beim Niedergehen des Treibkolbens bezw. Gestänges zurückgedrängt wird und dadurch das Contregewicht, welches zum Ausgleichen der Gestängelast erforderlich wäre, entbehrlich macht. Um dies zu erreichen, muss das Wasssr, sobald das Einströmungsventil geöffnet ist, in ein Rohr einströmen, welches mit dem unter den Treibkolben führenden Kanal in directer Verbindung steht. Es geschieht dies durch eine Oeffnung, welche während des Aufganges des Treibkolbens durch den Absperrkolben der Steuerung verschlossen und beim Niedergange desselben geöffnet wird. Da nun, wenn der Eintritt der Druckwasser über den Treibkolben abgesperrt ist, gleichzeitig dieser Kanal gegen ein in's Freie mündendes Rohr geöffnet ist, so wird damit dem über dem Kolben befindlichen Wasser beim Aufgange freier Abfluss gestattet. Der beständig auf die untere Kolbenfläche wirkende Druck vermag das Pumpengestänge sammt der in den Pumpenröhren befindlichen Wassermasse so hoch zu heben, bis der Treibkolben, an seinem Hubende angelangt, die Steuerung in Bewegung setzt und diese dann das Einströmen des Wassers über den Kolben bewirkt. Der obere Theil des Treibkolbens ist ein Plunger, durch welchen nur so viel Ringfläche frei bleibt, dass der darauf erfolgende Druck und die vorhandene Gestängelast ausreichen, um den beständigen Druck auf die untere Kolbenfläche zu überwältigen und den Niedergang zu bewirken. Am Hubende des Kolbens nach unten wird die Steuerung ebenfalls wieder, jedoch in umgekehrter Richtung, in Thätigkeit

---

[236]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1876. S. 3; Jhrg. 1877. S. 2. 403; Jhrg. 1880. S. 3. 386. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 126.

[237]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 29B. S. 256. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 25. S. 556.

gesetzt, wodurch der Einströmungskanal geöffnet, dem Wasser über dem Kolben freier Abfluss gestattet wird und der Kolben wieder von Neuem in die Höhe steigt. Hieraus geht hervor, dass nur das über dem Kolben befindliche Wasser in's Freie abfliessen kann, dagegen das Quantum, welches der Raum unter dem Kolben mehr fasst, als derjenige über demselben, in die Druckrohrleitung zurückgedrängt werden muss. Zu diesem Zwecke sind in der Druckrohrleitung zwischen dem Windkessel und dem Cylinder zwei Niederschraubventile derart eingeschaltet, dass der Druck gegen das Einströmungs- und auf das Rückströmungsventil wirkt. Ersteres eröffnet und letzteres schliesst sich beim Aufgang, und ebenso öffnet sich letzteres und schliesst sich ersteres beim Niedergange des Treibkolbens. Der Gang der Maschine wird durch Auf- bezw. Zuschrauben der beiden Ventile regulirt. Wenn die Ventilöffnungen richtig nach dem gewünschten Gange der Maschine gestellt sind, geht diese ohne Aufsicht.

dd. Dampfmaschinen.[238])

Man unterscheidet einfach construirte und zum Heben geringerer Wassermengen bestimmte Dampfpumpen, wie sie oben bei den Abteufpumpen bereits erwähnt sind, in der Regel aber zur Speisung der Dampfkessel dienen, und für grössere Pumpenanlagen bestimmte Dampfkünste. Beide können direct oder indirect wirkend sein: bei jenen verlängert sich die Kolbenstange des Dampfcylinders in die Kolbenstange oder das Gestänge der Pumpe, die indirect wirkenden Dampfmaschinen übertragen die Kraft der Pumpe entweder durch einen auf- und abgehenden Balancier oder durch einen rotirenden Krumzapfen, beziehungsweise einen Zahnradmechanismus. Bei den direct wirkenden Maschinen geht der Hub der Dampfmaschine unmittelbar auf die Pumpe über; bei den Balanciermaschinen tritt eine Abänderung in der Richtung des Hubes ein, so wie auch die Grösse des Hubes in der Regel dadurch abgeändert wird, dass man den Lastarm des Balanciers kürzer macht, als den Kraftarm; bei den Maschinen mit Vorgelege endlich wird nicht nur die Richtung und Grösse des Maschinenhubes in den Pumpen abgeändert, sondern auch die Anzahl der Kolbenspiele verändert.

Die direct wirkenden Dampfkünste stimmen mit dem Princip der Wassersäulenmaschine überein, sie sind in der Regel einfach wirkend, indem der Dampf unter den Kolben tritt, während das Gestängegewicht den Niedergang hervorruft, zu dessen Ausgleichung, so wie zur Erzielung eines regel-

---

[238]) Hoermann: die neuen Wasserhaltungsmaschinen. Berlin 1874. — J. R. v. Hauer a. a. O. S. 289. 454. 518. 664. — Bluhme über Wasserhaltung in englischen Kohlengruben in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20 B. S. 329. — Geisler über Wasserhaltungsmaschinen in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 25. S. 529. — Peters in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig. 1879 S. 453. — Glückauf. Essen 1882. No. 93.

mässigen, gleichmässigen Ganges ein Gegengewicht vorhanden ist. Kleinere Dampfpumpen, so wie schneller arbeitende Dampfkünste, welche nicht direct wirken, werden doppelt wirkend construirt und erhalten ein Schwungrad, um dadurch einen regelmässigen Gang hervorzurufen. Auch directe Dampfkünste sind doppeltwirkend hergestellt, wie namentlich in Westfalen, auch in Oberschlesien.

Ueber die Frage der zweckmässigsten Construction der Wasserhaltungs-Dampfmaschinen besteht zur Zeit eine grosse Bewegung unter den Maschinen- und Bergtechnikern, ohne dass bis jetzt ein System allgemein als das bessere befunden worden wäre[239]). Für die grossen Tiefen und bedeutenden Wassermengen, welche meistentheils beim Steinkohlenbergbau erreicht werden, empfehlen sich nach bisher geltender Ansicht am wenigsten die rotirenden Maschinen, denn obwohl dieselben eine grössere Zahl Hübe gestatten, als die direct wirkenden und durch die Schwungradmassen die hydraulischen Widder mehr ausgeglichen werden, als bei jenen, so erfordern sie doch eine so grosse Menge Zwischengeschirr und Fundamentirungen, dass sie sowohl in der Anlage, wie in der Unterhaltung kostspielig sind. Aehnliches gilt von den indirect wirkenden Balanciermaschinen. Als ein bedeutender Fortschritt waren daher die direct und einfach wirkenden Maschinen anzusehen, welche bis in neuerer Zeit[240]) mit einem Cylinder mit und ohne Condensation, aber ohne Expansion hergestellt wurden; man kann bei diesen Maschinen die Höhe des Hubes sehr vergrössern, muss dagegen die Zahl der Hübe verringern, die Aufstellung des Cylinders in der Regel auf eisernen Trägern über dem Schachte ist eine verhältnissmässig einfache und das schwerköstige und schwerfällige Zwischengeschirr fällt gänzlich fort. Durch den Ingenieur Kley zu Bonn ist für die einfach und direct wirkenden Maschiuen die Expansion durch Anwendurg des Woolf'schen Princips eingeführt und von demselben eine Reihe solcher Maschinen aufgestellt, wie auf dem Altenberg bei Aachen, auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken, auf dem Kalksteinbruch bei Rüdersdorf und an anderen Orten. Das System ist zwar insofern complicirter, als eine grössere Anzahl von Ventilen, Kolben, Stopfbüchsen u. s. w. erforderlich ist, wodurch Anlage und Unterhaltung kostspieliger wird, dagegen ist der Kohlenverbrauch jedenfalls ein geringerer, der Gang der Maschine ist bei Weitem regelmässiger und sanfter, die Gesammtkraft wird während des Hubes gleichmässiger entwickelt, so dass weniger Schwungmasse nothwendig ist, um eine gewisse Gleichförmigkeit zu erreichen; auch bietet die Maschine, da der auf die einzelnen Theile ausgeübte Dampfdruck viel geringer ist, eine grössere Sicherheit gegen Brüche dar[241]).

---

[239]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 51.

[240]) Hrabák in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien. Bd. 22. S. 272.

[241]) v. Detten: Die im Oberbergamtsbezirk Dortmund zur Anwendung kom-

Von grosser Bedeutung ist die durch die Anwendung der eiseren Gestänge hervorgerufene, von dem Ingenieur Ehrhardt bewirkte Construction der doppelt wirkenden Dampfmaschinen, welche derselbe anfänglich mit einem Cylinder ohne Expansion, später nach Woolf'schem System mit Expansion herstellte[243]). Bei diesen Maschinen wird die Arbeit des Dampfes beim Niedergange des Kolbens nicht, wie bisher, durch Gegengewichte nutzbar gemacht, sondern es wird ein hinreichend steifes Gestänge eingebaut, welches durch den Dampf sowohl gehoben, wie niedergedrückt wird. Das Gestänge braucht nun nicht mehr so stark belastet zu sein, dass sein Gewicht dem Druck der Wassersäule entspricht, wobei schwere Gegengewichte zur Ausgleichung beim Hube des Gestänges erforderlich werden, sondern es genügt, wenn das Gestänge ein Gewicht gleich dem halben der Wassersäule hat, wobei nur kleine Differenzen durch geringere Gegengewichte auszugleichen sind. Als Gestängeform hat Ehrhardt die kastenartige, aus 2 U-Schienen und 2 Flachschienen bestehende, eingeführt, welche bereits oben S. 609 erwähnt wurde. Der Vortheil der doppeltwirkenden Maschinen besteht in den geringeren Dimensionen, welche dem Cylinder zu geben sind. Wenn bei einer einfach wirkenden Maschine zur Ausgleichung der Wassersäule ein Gestängegewicht von G Kilogramm nothwendig ist und daraus ein Cylinderdurchmesser von q □ Centimeter resultirt, so ist bei der doppeltwirkenden nur ein Gestängegewicht $= \frac{1}{2}$ G und ein Cylinderquerschnitt $= \frac{1}{2}$ q erforderlich, so dass sich in beiden Fällen die Durchmesser der Cylinder verhalten wie $1 : \sqrt{\frac{1}{2}} = 1 : 0{,}707$. Hiernach können also die Maschinen nach Ehrhardt's Construction beträchtlich kleiner sein, als die einfach wirkenden; bei der directen Wirkungsweise derselben und dem hohen Hub, welcher ihnen gegeben wird, erlangt die Maschine eine solche Gedrängtheit und ein Minimum von gehendem Zeuge, so dass nicht nur die Kosten der Anlage, sondern auch der Unterhaltung bedeutend verringert werden. Das Hauptbedenken, welches gegen die Ehrhardt'sche Construction erhoben wird, ist das, dass das Gestänge auf Zug und Druck, also nicht nur die absolute, sondern auch die relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, weshalb man Schlottern und Brüche des Gestänges befürchtet. Ehrhardt meint diese Besorgniss durch die grösste Aufmerksamkeit bei Herstellung des Gestänges und durch sorgfältige Führung beseitigen zu können, was indess nicht überall gelungen ist.

---

menden Wasserhaltungsmaschinen- u. Pumpensysteme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17B. S. 303. — Hoermann a. a. O. S. 23. 49. — Glückauf. Essen 1876. No. 1.

[243]) v. Detten: Ebenda. — Glückauf. Essen 1866. No. 35. — Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1868. S. 1345. — v. Hauer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 297; derselbe in Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 168; derselbe in Berggeist. Köln 1870. S. 555. — Hoermann a. a. O. S. 12. — Allgem. polyt. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1873. S. 55. 535. — Annales des mines. Paris. 7 série, tome VIII. p. 202.

— Eine Maschine nach ähnlichem Princip, direct und doppelt wirkend, mit Expansion nach Woolf'schem System mit über einander stehenden Cylindern und mit Condensation ist von Quillacq zu Anzin auf den Steinkohlengruben der österreichischen Staatsbahn bei Kladno in Böhmen ausgeführt[243]).

Auf der Steinkohlengrube Ferdinand bei Kattowitz in Oberschlesien ist durch den Maschinenfabrikanten Hoppe in Berlin eine doppelt wirkende rotirende Woolf'sche Maschine mit Schwungrad aufgestellt worden[244]), welche dahin projectirt ist, 7,420 Kubikmeter Wasser aus 314 Meter Tiefe zu heben. Die Maschine ist eine indirect wirkende mit schmiedeeisernem Balancier; sie macht 15 Umgänge in der Minute und ist

Fig. 820.

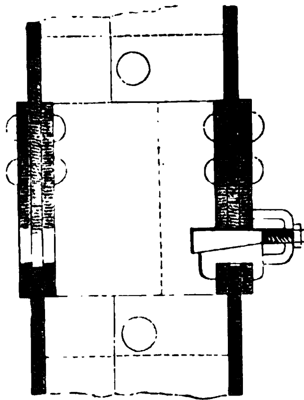
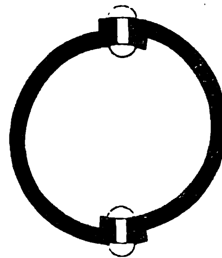


Fig. 821.



auf sechsfache Expansion eingerichtet, das Pumpengestänge hat einen Hub von 1,883 Meter; es sollen bei vollständig erreichter Tiefe drei Drucksätze von 628 Millimeter einander zuheben. Von den Dimensionen erhält man einen Begriff, wenn man erwägt, dass das Schwungrad 33500 Kilogramm wiegt. Bemerkenswerth bei dieser Maschine ist auch das Gestänge, welches aus Blechröhren von je 12,5 Meter Länge, 390 Millimeter lichter Weite und 20 Millimeter Blechstärke zusammengesetzt ist, und deren Verbindung mittelst Muffen und Keile aus Figur 820 und 821 hervorgeht. — Eine ähnliche Woolf'sche Maschine mit Balancier und Schwungrad arbeitet auf dem Bleiberge bei Aachen, erbaut zu Seraing. Im Schachte befinden sich vier Drucksätze von 182 Meter Gesammtlänge und 650 Millimeter Durchmesser, welchen eine Saugpumpe von 60 Meter Länge, 820 Millimeter Durchmesser und 3,125 Meter Hub zuhebt; der Hub der Saugpumpe zu dem der Druckpumpen verhält sich wie 5 : 4, so dass also der Hub der letzteren 2,5 Meter

---

[243]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 2 série, tome 5. p. 391.

[244]) v. Hauer: in den angegebenen Quellen. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 15. S. 593. — Hoermann a. a. O. S. 69.

beträgt, wie ihn auch der grosse Dampfcylinder hat, während der Hub des kleineren Dampfcylinders die Hälfte, also 1,25 Meter beträgt. Die Zahl der Hübe ist $3^1/_2$ in der Minute im Minimum, $8^1/_3$ im Maximum, da man, obwohl der Constructeur 12 Hübe für zulässig erklärt, schon bei 10 Hüben ein Schlottern des Gestänges wahrgenommen hat. Die Maschine auf der Ferdinandgrube weicht von dieser dadurch ab, dass der grosse Dampfcylinder doppelt so viel Hub als das Pumpengestänge hat[245]). — Auch in Westfalen und in der Rheinprovinz haben diese Maschinen Ausbreitung gefunden und werden dort von der Gutehoffnungshütte bei Sterkrade nach denselben Principien, wie von Hoppe gebaut, nur mit dem Unterschied, dass statt der Schiebersteuerung Ventilsteuerung eingeführt ist. Solcher Maschinen finden sich auf den Zechen Rheinpreussen, Eschweiler Bergwerksverein, Osterfeld, Helene Amalie, fröhliche Morgensonne u. a. m. in Stärken von 500 und 1000 Pferdekräften. Als Vorzüge werden auch hier gerühmt, dass der Steuerungsmechanismus ein sehr einfacher ist, dass der Gang ein sehr regelmässiger ist, dass der schädliche Raum am Ende des Kolbenweges sehr gering gehalten werden kann, dass infolge der höheren Expansion und Verminderung des schädlichen Raumes der Kohlenverbrauch sehr ermässigt wird, dass die Hubzahl grösser genommen werden kann, da der Hubwechsel sehr allmälig erfolgt und dadurch das Schlagen der Pumpenventile verhindert wird, dass die Gefahr der Beschädigung der Maschine bei Gestängebrüchen geringer ist, weil das Anschlagen des Dampfkolbens an den Cylinderdeckel durch das Schwungrad und die Kurbel verhindert ist. Als Nachtheil dieser Maschinen wird angeführt, dass die Zahl der Hübe nicht gut unter 4 in der Minute gehalten werden kann, was bei geringen Zuflüssen die Anlagen grösserer Sümpfe nothwendig macht, indess durch veränderte Steuerung und dadurch bewirkte stetige Rotirung auch beseitigt ist[246]). — Auf demselben Grundprincip beruht die von Riehn, Meinicke und Wolf in Görlitz construirte, von der Prager Maschinenbaugesellschaft für die Steinkohlengrube Friedenshoffnung bei Waldenburg gebaute, 1000pferdige Wasserhaltungsmaschine[247]). — Hier dürfte auch die von Koettgen in Barmen construirte rotirende Zwillingsbalanciermaschine mit und ohne Woolf'sche Expansion. zu erwähnen sein.

Eine grosse Balanciermaschine von 1500 Pferdekräften ist zu erwähnen, welche auf der Lehigh Zinc Company's Mine in Pennsylvanien auf-

[245]) Berggeist. Köln 1872. S. 531. — Dingler polyt. Journal. Bd. 209. S. 168. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 365. — Glückauf. Essen 1872. No. 40. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 308.

[246]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 22. S. 9. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 233. — Peters in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 303, sowie in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 456. — Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 8. S. 329.

[247]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1881. S. 122. — Der Berggeist. Köln 1881. S. 85.

gestellt ist, deren Kolbendurchmesser 2,8 Meter, deren Hub 3,05 Meter beträgt, welche 68,25 Kubikmeter Wasser 100 Meter hoch hebt. Die Pumpen bestehen bis 27 Meter Tiefe aus 2 Drucksätzen von 0,785 Meter Durchmesser, denen durch zwei in Drahtseilen hängende Saug- und Hubpumpen die Sumpfwasser zugehoben werden[248]).

Bei der Wasserhaltungsanlage auf dem früheren Steinsalzbergwerk bei Segeberg[249]) wurde eine mit Expansion und Condensation arbeitende direct wirkende Maschine mit Schwungrad gewählt, welche mit zwei übereinander stehenden Cylindern construirt ist, von denen der kleinere unten, der grössere oben steht. Der frische Dampf tritt beim Niedergange über den kleinen Kolben, während über und unter dem grossen Kolben Dampf von gleicher Spannung vom vorigen Hube befindlich ist; nachdem der Dampf schon im kleinen Cylinder expandirt hat, geht er beim Gestängeaufgange unter den grossen Kolben, während der Raum über demselben mit dem Condensator in Verbindung steht. Durch diese Einrichtung hat man den Vortheil, dass der Dampf im kleinen Cylinder, welcher niemals mit dem Condensator communicirt, vor Abkühlung geschützt ist, dass die schädlichen Räume und deren Einfluss auf das geringste Maass zurückgeführt werden, dass es möglich ist, den Dampf beim Niedergange weniger Arbeit verrichten zu lassen als beim Hube, wodurch das Gegengewicht geringer wird, als bei einer doppeltwirkenden Woolf'schen Maschine, endlich dass die Maschinentheile, wie Zapfen u. d. m. nur auf ein Minimum beansprucht werden.

Der Ingenieur Kley hat sich das Verdienst erworben in seiner „Wasserhaltungsmaschine mit Rotation und Hubpausen," Fig. 822, die Vortheile der Kataraktmaschinen mit denen der Rotationsmaschine zu vereinigen und dabei die Nachtheile beider zu vermeiden[250]). Es sind dies einfach- oder doppeltwirkende Balanciermaschinen mit und ohne Expansion, mit Katarakt und Schwungrad. Der Balancier verlängerrt sich über den Angriffspunkt der Kolbenstange hinaus und ist dort durch Pleuelstange und Kurbel mit einem Schwungrad in Verbindung. Die Steuerung der Maschine erfolgt jedoch nicht wie sonst bei Maschinen mit rotirender Be-

---

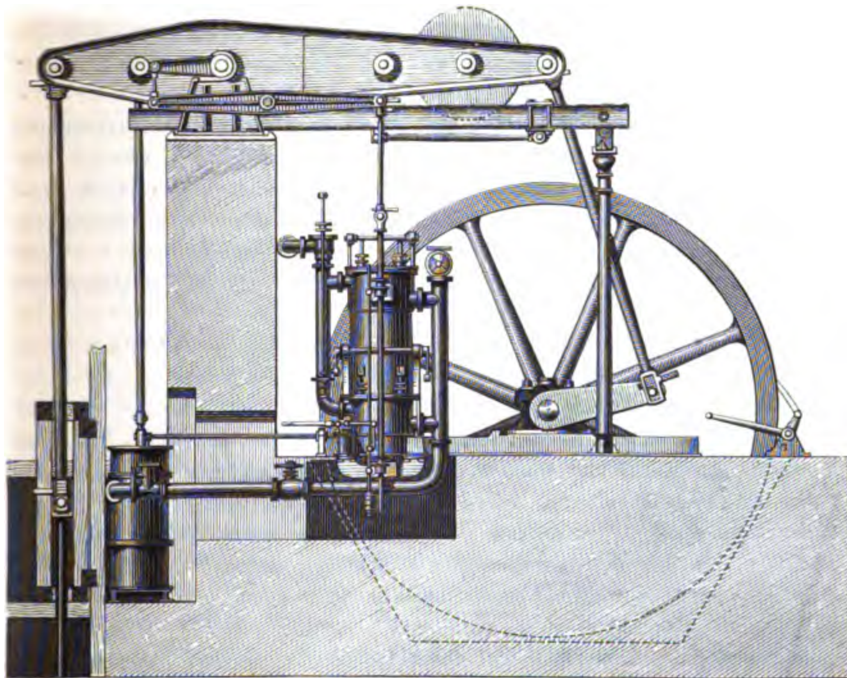
[248]) Berggeist. 1872. S. 121. — Glückauf. 1872. No. 13. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 347. — Dingler polyt. Journal. Bd. 204. S. 159.

[249]) Riehn und Meinicke in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 255

[250]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1877. S. 453; 1882. S. 15. — Glückauf. Essen 1877. No. 18; Jhrg. 1879. No. 98. — Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1878. S. 41; 1883. S. 11. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1879. S. 380. 419. — Peters ebenda. 1879. S. 453, sowie in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 303. — Dieselbe Zeitschr. Bd. 25. S. 479. — Dingler polyt. Journal. Bd. 242. S. 1. — Der Berggeist. Köln 1879. S. 337. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 35. p. 116.

wegung von der Schwungrad-Achse aus, sondern ähnlich wie bei gewöhnlichen Katarakt-Maschinen durch eine Steuerstange, welche durch einen Hilfsbalancier und eine kurze Gabelstange mit einem auf der Balancier-Achse sitzenden Hebel verbunden ist. Dadurch ist die Steuerung der Maschine von der Bewegungsrichtung des Schwungrades vollständig unabhängig. Die Maschine geht mit Katarakt und Schwungrad gleichzeitig. Das Schwungrad macht eine volle Umdrehung und bleibt jedesmal stehen, wenn die Kurbel einige Grade über den todten Punkt hinaus gegangen ist. Den Anstoss zu neuer Bewegung giebt ein Katarakt. Die Maschine

Fig. 822.



hat vier gesteuerte Dampfventile und nur eine Steuer-Achse. Die Steuerung ist von ausserordentlicher Einfachheit, obgleich die Maschine doppelt wirkend ist und variable Expansion hat. Die Maschine kann sehr langsam und auch sehr schnell gehen, was für den Bergbau von grosser Wichtigkeit ist. Soll die Maschine rasch gehen, so kann der Katarakt abgestellt und durch einen Knaggen (Frosch) auf der Steuerstange ersetzt werden. Die Maschine rotirt dann continuirlich. Das Schwungrad kann trotz der hohen erreichbaren Expansion doch sehr leicht sein, da es ja bei jedem Hub seine in der Admissionsperiode aufgesammelte Kraft vollständig wieder abgiebt und die kleinste zulässige Geschwindigkeit der Maschine nicht mehr von der Grösse des Schwungrades abhängt. Bleibt die Kurbel am Ende

der Umdrehung etwas vor dem todten Punkt stehen, so kommt die Maschine doch wieder von selbst in Bewegung, nur dreht sich dann das Schwungrad nach der anderen Richtung. Passirt irgend etwas an der Maschine oder an den Schachtpumpen, so schlägt die Kurbel weit über den todten Punkt hinaus, der Katarakt wird wieder aufgezogen, ehe er gewirkt hat und die Maschine stellt sich selbst still. Aus dieser Beschreibung geht hervor: dass die Maschine jede beliebig geringe Anzahl von Hüben in der Minute machen kann, wie eine gewöhnliche Kataraktmaschine, und ebenfalls sehr rasch arbeiten kann, wie eine rotirende Maschine; dass sie nicht durchlagen kann, sondern einen sanft begränzten Hub hat; dass sie stark expandiren kann ohne Extra-Schwungmassen auf dem Gestänge und auf dem Balancier nöthig zu haben, da zur Aufnahme der Beschleunigungsarbeit das Schwungrad vorhanden ist; dass die Maschine sich selbst still stellt, sobald etwas Ungewöhnliches vorkommt.

Das System Kley vereinigt somit den Vortheil der Kataraktmaschinen: sehr langsam gehen zu können, mit den Vortheilen der rotirenden Maschinen: einen sanft begränzten Hub zu haben, sowie ökonomisch und mit grosser Geschwindigkeit arbeiten zu können. Was die Sicherheit des Betriebes anlangt, übertrifft es die beiden anderen Anordnungen.

Nach diesem System sind bereits mehrfache Maschinen mit gutem Erfolge zur Ausführung gelangt.

In neuester Zeit hat man sich die Verbesserung in der Construction der Dampfpumpen angelegen sein lassen und mit ihnen als direct wirkenden Wasserhaltungsmaschinen die besten Erfolge erzielt[251]). In Deutschland ist dieses System hauptsächlich von den Gebrüdern Decker in Cannstatt ausgebildet worden, welche die Dampfpumpe von Baumann verbessert und dieselbe in vielen Exemplaren von verschiedener Grösse verbreitet haben[252]). In England ist vorzugsweise die Firma der Gebrüder Tangye, welche die Ausbreitung des Systems, namentlich für kleinere Anlagen betreiben, während nach dem Princip von Cameron sehr grosse derartige Dampfpumpen in England und neuerdings in allen Bergrevieren gebaut werden. — In neuerer Zeit sind mannigfache derartige Constructionen aufgetaucht, von denen nur genannt sein mögen: die von Hayward Tyler & Comp[253]), die von Blake[254]), von Davey[255]), von Knowles[256]),

[251]) Reuleaux in Dingler polyt. Journal. Bd. 209. S. 234. — Der Berggeist. Köln 1873. S. 507. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 378. — Dr. Grothe allgem. deutsche polyt. Zeitung. Berlin 1873. S. 7.

[252]) Allgem. deutsche polyt. Zeitung von Dr. Grothe. Berlin 1874. S. 80. — Dingler polyt. Journal. Bd. 213. S. 177.

[253]) The Mining Journal. London 1874. p. 1342.

[254]) Ebenda. 1875. p. 877. 905.

[255]) Ebenda. 1873. p. 1268; 1875. p. 1198. — Haniel und Lueg, Maschinenfabrik. Düsseldorf 1876. S. 20.

[256]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 17. p. 1; Vol. 23. p. 172.

von Salkeld & Comp[257]), von Selden[258]), von Allen[259]), von Wellner in Prag[260]); von Gebrüder Lossen in Darmstadt[261]). — Bereits Reuleaux hat in der oben angegebenen Quelle auf die zweckmässige Verwendung dieser direct wirkenden Dampfpumpen bei der unterirdischen Aufstellung der Wasserhaltungsmaschinen hingewiesen, und seitdem die Vortheile der unterirdischen Maschinen in immer weiteren Kreisen erkannt sind, hat sich mit unglaublicher Schnelligkeit ihre Ausbreitung vollzogen.

Diese schon oben S. 617 erwähnten, unterirdisch aufzustellenden Maschinen mit geringem Hub, aber mit einer grossen Zahl von Hüben, bei welchen das Gestänge ganz in Wegfall kommt, finden sich demgemäss zur Zeit in allen Bergrevieren in ausgebreiteter Thätigkeit. Zunächst wird bei diesen Maschinen wesentlich an Anlagekapital gespart, weil das Schachtgestänge fortfällt und weil deshalb dem aufsteigenden Wasserstrom eine grössere Geschwindigkeit gegeben werden kann, man also geringere Dimensionen in den Pumpenröhren wählen kann, als gewöhnlich, auch hat man keine Maschinengebäude und keine kostspieligen Fundamentirungen über Tage nöthig, wogegen allerdings die Herstellung der unterirdischen Räume unter Tage zur Aufnahme der Maschinen und Pumpen hinzutritt. Dann aber werden die Betriebskosten billiger, weil ein grosser Theil des Zwischengeschirrs fortfällt, welches bei allen bisher üblichen Constructionen grosse, beständig mit zu bewegende Massen ausmacht; die Kraft zur Bewegung solcher Massen erübrigt bei diesen Maschinen, wie auch die nicht unbedeutenden Unterhaltungskosten derselben. Ferner haben diese Maschinen den grossen Vorzug, dass die Wasserhaltung nur selten Störungen ausgesetzt wird, weil eben der Mechanismus so einfach ist, dass Unordnungen desselben kaum zu fürchten sind; zum Schutze gegen den etwaigen Wasseraufgang bei kleineren Reparaturen an der Maschine müssen ausreichende Sümpfe vorhanden sein, welche den Stillstand der Wasserhebung auf einige Tage gestatten; andrerseits müssen zum Schutze gegen plötzliche Wasserdurchbrüche die Sümpfe abgesperrt und Maschine und Pumpen sicher gestellt werden können. In solcher Weise bieten diese Maschinen volle Sicherstellung der Wasserhaltung. Auch darauf ist nicht geringer Werth zu legen, dass man die Leistung dieser Maschinen den Verhältnissen jeder Bausohle anpassen kann und die der tieferen Sohlen ganz ausser Betracht lassen kann, während bei den bisherigen Einrichtungen die Anlagen gleich von Anfang an in solcher Stärke gewählt werden müssen,

---

257) Ebenda. Vol. 17. p. 337.

258) Ebenda. Vol. 20. p. 307.

259) Dingler polyt. Journal. Bd. 217. S. 363. — Dr. Grothe allgem. deutsche polyt. Zeitung. Berlin 1875. S. 444.

260) Dingler polyt. Journal. Bd. 217. S. 268. — Berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien von J. v. Hauer. Bd. 23. S. 282.

261) Glaser Annalen für Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 2. S. 65.

welche für das Tiefste der Grube nothwendig ist; man hat also bei den bisherigen Systemen eine lange Betriebszeit hindurch viel kräftigere Maschinen und Pumpen in Thätigkeit, als die oberen Teufen erfordern, dadurch aber höhere Anlage- und Betriebskosten und wird ausserdem häufig die Wahrnehmung machen, dass die Maschinen, wenn sie zu ihrer grössten Leistungsfähigkeit gelangen sollen, bereits abgenutzt sind[362]). Die Dämpfe werden den Dampfcylindern meistentheils von Tage her durch besondere Dampfzuleitungsröhren zugeführt, wenn man es nicht vorzieht, zu diesem Zweck besondere Dampfkessel gleichfalls unterirdisch aufzustellen. Das letztere Verfahren wird vielfach in England beobachtet, obwohl unseres Erachtens dasselbe sich nicht empfiehlt, da dasselbe Gefahren im Allgemeinen mit sich führt und ausserdem noch besondere unterirdische Räume zur Aufstellung der Kessel gewonnen werden müssen, während der behauptete Nachtheil, dass der Dampf bei der Zuleitung von Tage her an Spannung verliert, durch sorgfältige Construction und Verpackung der Dampfleitungsröhren sehr verringert werden kann. Auf den Saarbrücker Gruben hat man sowohl die Dampfzuleitungen, wie die Wassersteigrohre aus schmiedeeisernen Blechröhren hergestellt[363]). Die Dampfleitungen hat man mit Schlackenwolle verpackt und wird dadurch die Abkühlung des Dampfes möglichst vermieden. Dagegen hat man, wenigstens bei gusseisernen Röhren, ein starkes Rosten derselben wahrgenommen, was man auf den Schwefelcalciumgehalt der Schlackenwolle zurückführte; da aber die Analyse das Vorhandensein von schwefelsauren Salzen nicht ergab, glaubte man die hygroskopische Eigenschaft der Schlackenwolle als Veranlassung ansehen zu müssen und suchte die Feuchtigkeit abzuhalten, was von Erfolg begleitet war. Auf der Grube Sulzbach-Altenwald[364]) hat man an den Enden und in der Mitte jeder einzelnen schmiedeeisernen Röhre gusseiserne zweitheilige Muffen aufgeschraubt, welche zur Einlage von hölzernen in Theer getränkten Bindelättchen dienen; der Raum zwischen diesen und der Rohrwandung wird mit Schlackenwolle 50 Millimeter dick fest ausgestampft und das Ganze mit Eisendraht umwunden; die ganze Um-

---

[362]) Leuschner: Mittheilungen über Kupferhandel, Hüttenwesen und Bergbau in England in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18. S. 226. — Bluhme ebenda. Bd. 20B. S. 329. — Broja ebenda. Bd. 22B. S. 164. — Hýbner in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1874. S. 325. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 17. S. 306. 436; Bd. 19. S. 507; Bd. 20. S. 124; Bd. 24. S. 647. — Glückauf. Essen 1873. No. 24; 1874. No. 9. No. 28. — Zeitschr. des berg- u. hüttenm. Vereins für Kärnthen. Klagenfurt 1874. S. 133. — Der Berggeist. Köln 1874. S. 114. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1873. S. 223. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1874. S. 404. — Peters in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 23. S. 303, sowie in berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1879. S. 453.

[363]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 27B. S. 266.

[364]) Ebenda. Bd. 27B. S. 277.

hüllung wird mit Theer angestrichen und eine Hülse von 1,5 Millimeter starkem Eisenblech herumgelegt, welche ebenfalls mit Draht umwickelt und deren Enden in die Muffen gesteckt werden. Die Umhüllung eines 100 Millimeter im Lichten weiten und 5 Meter langen Rohres kostet 21,35 Mark. Auf der Grube von der Heydt[365]) brannte man auf die gleichfalls 5 Meter langen schmiedeeisernen Rohre eine 10 Millimeter dicke Lage Obernheimer'sche Papiermasse durch Dampfwärme auf, darüber wurde eine 40 Millimeter starke Packung von Schlackenwolle gebracht und diese durch übergezogene Cylinder von 1 Millimeter Zinkblech vor dem Zutritt der Feuchtigkeit geschützt, indem man die Enden der Cylinder an den Flantschen der Rohre mit Wülsten aus Leinwand und Schlackenwolle verpackt, welche mit kurzem Blechcylinder umgeben werden. Die Umhüllung jedes Rohrs kostet 15,96 Mark.

Die Condensation der verbrauchten Dämpfe erfolgt häufig so, dass man sie in den Sumpf ausblasen lässt, wodurch freilich in der Nähe des Schachtes eine grosse Behinderung durch die frei gewordenen Dämpfe eintritt; man hat es deshalb in England vorgezogen und vielfach nachgeahmt, die Dämpfe direct in das Saugrohr zu führen, wodurch sie also mit den angesaugten Wassern in das Steigrohr gedrückt werden. Für das letzte Verfahren wird als Gränze eine Druckhöhe von 180 Meter angegeben, indem man behauptet, dass bei einer noch grösseren Druckhöhe das angesaugte Wasserquantum zur Condensation des ausgeblasenen Dampfquantums nicht mehr ausreicht[366]). Theilweise hat man mit dieser Einrichtung die Erfahrung gemacht, dass die Erhitzung der angesaugten Wasser so stark wird, dass die Liderung dadurch beschädigt wird.

In England ist für die Maschinen die Construction von Cameron, welche von Tangye Brothers und Holman fabrikmässig hergestellt wird, so wie die von Ommaney am verbreitesten und finden sich dieselben auch in Deutschland verbreitet, wo ausserdem die Gebrüder Decker in Cannstatt und andere Fabriken zahlreiche derartige Maschinen ausgeführt haben. Die oben angeführten Constructionen, so wie noch mancherlei andere finden sich vereinzelt, wie die nachfolgenden Beispiele erweisen: In Frankreich hat man auf den Kohlengruben zu Blanzy bereits im Jahre 1867 eine derartige Maschine von 300 Pferdekräften in einer Tiefe von 340 Meter aufgestellt, um 25000 Hektoliter Wasser täglich zu heben[367]). Burat spricht die Ueberzeugung aus, dass diese Wasserhaltungsmaschine einen um so wichtigeren Fortschritt der Bergbaukunst bezeichnet, als er sich der grössten Schwierigkeit zuwendet, welche der Entwickelung des Bergbaues in grösseren Tiefen entgegensteht.

In Montceau-les-mines hat man eine solche Maschine mit bestem Er-

---

[365]) Ebenda. Bd. 28 B. S. 248.

[366]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 22 B. S. 164.

[367]) Burat: les houillères en 1867. Paris 1868. p. 177.

folge eingebaut und in Thätigkeit gesetzt. Dieselbe ist eine Zwillingsmaschine von 200 Pferdekräften, welche 4 Plungerpumpen treibt, durch welche in der Minute $2^1/_2$ bis 3 Kubikmeter Wasser 300 Meter gedrückt werden. Bemerkenswerth bei diesen Pumpen sind die aus Gussstahl gefertigten Ventile, welche eine sehr geringe Auflagefläche auf dem Ventilsitz gestatten, so dass die Differenz des Drucks über und unter dem Ventil beim Beginn des Hubes auf ein Minimum herabsinkt[268]).

Auf der Steinkohlgrube Melchior bei Waldenburg hat man einen Versuch mit einer unterirdischen Maschine gemacht und dazu eine amerikanische Universal-Dampfpumpe, wie sie von Gebr. Decker in Cannstatt gebaut werden, benutzt; die Resultate sind im Ganzen auch hier zu Gunsten der unterirdischen Aufstellung der Wasserhaltungsmaschinen ausgefallen[269]). Diese Maschinen haben beispielsweise weitere Anwendung gefunden auf der Steinkohlengrube Segen Gottes bei Waldenburg, sowie im Wurmrevier bei Aachen[270]), auf der Steinkohlengrube ver. Bonifacius in Westfalen[271]), auf mehren Gruben der oberschlesischen Eisenbahnbedarfs-Actiengesellschaft[272]), auf anderen oberschlesischen Gruben, namentlich den beiden fiskalischen und an vielen anderen Punkten.

Am meisten ausgedehnt ist die Benutzung der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen bereits in England. Man wendet daselbst, wie erwähnt, zwei verschiedene Principien an: entweder nach Art der amerikanischen Pumpen oder Maschinen mit Schwungrad. Bei den amerikanischen Pumpen haben Dampfcylinder und Pumpe eine gemeinschaftliche Achse und sind dadurch zu einem Ganzen mit einander verbunden, dass die Deckel des Pumpen- und des Dampfcylinders, verbunden durch ein Zwischenstück, als ein Ganzes gegossen sind; sie sind sehr compendiös und lassen sich leicht fundamentiren. Man hat sowohl die Construction von Maxwell, welche von der Firma Hayward Tyler & Co. in London dargestellt wird, so wie die Construction von Cameron, welche von Tangye brothers in Birmingham benutzt wird, zur Anwendung gebracht. Beide Constructionen unterscheiden sich besonders durch die Steuerung, welche bei den Maschinen von Tyler[273]) sehr viel complicirter, als bei denen von Tangye ist. Von den ersteren sind daher meistentheils auch nur erst Exemplare kleinerer Dimensionen in Benutzung, während das Princip von Cameron bei grösseren Anlagen

---

[268]) Glückauf. Essen 1872. No. 1. — Audemar: mémoire sur la nouvelle machine d'épuisement intérieure de Montceau-les-Mines in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. II. Série. Tome 1. p. 437.

[269]) Holtzhausen in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 16. S. 545.

[270]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 297.

[271]) Ebenda. Bd. 24B. S. 157.

[272]) Dr. Grothe allgem. deutsche polytechn. Zeitung. Berlin 1874. S. 371.

[273]) The Mining Journal. London 1873. p. 53; 1874. p. 1342.

sich angewendet findet[274]). Auch in Deutschland sind diese Maschinen sehr vielfach in Thätigkeit, so beispielsweise auf Königin Luise Grube und Königsgrube und andereren Gruben in Oberschlesien[275]), auf der Bleierzgrube Heidberg bei Ründeroth[276]). Von den Fabrikanten wird als Ventil das oben S. 579 bereits beschriebene Ventil von Holman benutzt[277]). — Die Maschinen mit Schwungrad, um deren Einführung die Fabrik von Ommaney zu Selfort bei Manchester sich besonders bemüht, sind Zwillingsmaschinen mit zwei doppeltwirkenden Pumpen, welche durch ein Querhaupt unmittelbar mit den Dampfkolbenstangen verbunden sind; zwei nicht grosse, auf gemeinschaftlicher Achse sitzende Schwungräder werden durch Kurbelstangen von dem Querhaupte aus bewegt und reguliren die Gleichmässigkeit der Bewegung und der Dampfexpansion. Diese Maschinen gehen viel ruhiger, als die erst erwähnten, und namentlich ist das bei jenen beobachtete Schlagen der Ventile nur bei sehr schnellem Gange der Maschine wahrzunehmen. Die letzterwähnte eignet sich daher auch sehr viel mehr zu grösseren Anlagen, welche bedeutendere Wassermengen aus grösseren Tiefen zu drücken haben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Maschinen bei längerer Erfahrung ihrer unbestrittenen Vortheile wegen sich immer weiteren Eingang verschaffen werden. In Deutschland sind solche Maschinen auf dem Krugschacht II. der Königsgrube in Oberschlesien bereits seit längerer Zeit im Betriebe und ist eine solche auch auf Königin Luise Grube aufgestellt worden. Die Dampfcylinder haben einen Durchmesser von 1,194 Meter, die Pumpencylinder 0,381 Meter mit einem Hub von 0,914 Meter, die Hubzahl beträgt $23^1/_3$ in der Minute. Die Dampfleitungsröhren sind 0,203 Meter weit, mit Compensationsstopfbüchsen versehen und sehr sorgfältig gegen Abkühlung geschützt, so dass der Spannungsverlust nur $^1/_4$ Atmosphäre beträgt; die ausgeblasenen Dämpfe, welche anfänglich frei austraten, sollten später in einer besonderen Röhre zu Tage geführt werden. Die Steigröhren sind 0,381 Meter weit und inwendig zum Schutze gegen saure Wasser emaillirt[278]). Besonders möchten noch folgende Maschinen zu erwähnen sein. Auf der Grube Friedrichsthal bei Saarbrücken ist eine von der Dingler'schen Maschinenfabrik zu Zweibrücken erbaute Maschine aufgestellt[279]). Dieselbe hat drei Dampfcylinder von 420 Millimeter Durchmesser und 840 Millimeter Hub, von

---

[274]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 16. S. 225. — Dingler polyt. Journal. Bd. 205. S. 82. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1872. S. 347. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 191. 238. — Leuschner a. a. O. — The Mining Journal. London 1874. p. 459.

[275]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 21 B. S. 298; Bd. 25 B. S. 234.

[276]) Ebenda. Bd. 23 B. S. 101.

[277]) Dingler polyt. Journal. Bd. 210. S. 99; Bd. 215. S. 481.

[278]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 23 B. S. 102.

[279]) Breuer ebenda. Bd. 22 B. S. 190.

denen der mittlere den frischen Dampf erhält, welcher demnächst in den beiden Seitencylindern expandirt. An jeden der drei Dampfcylinder schliesst eine Pumpe an, von denen die mittlere mit 240 Millimeter Kolbendurchmesser die Wasser aus dem Sumpfe ansaugt, während die beiden doppelt wirkenden Seitenpumpen mit 145 Millimeter Durchmesser dieselben in die Steigröhre und zu Tage drücken, doch kann die Saugpumpe auch ausgeschaltet werden und sind deshalb die Druckpumpen auch zum directen Ansaugen eingerichtet. Der Hub der Pumpen ist derselbe, wie der der Dampfcylinder. Den Dampf erhält die Maschine von Tage her durch eine in Schlackenwolle verpackte, 120 Millimeter weite Dampfzuleitungsröhre, während die Steigröhren für die Wasser 240 Millimeter weit sind. Die Maschine hat einen völlig ruhigen Gang gezeigt. — Eine Maschine mit drei Cylindern (Drillingssystem) steht auf dem Schacht Clerget der Zeche Recklinghausen in Westfalen im Betrieb[279a]).

Auf dem Amalienschachte der Prager Eisenindustriegesellschaft bei Kladno ist eine unterirdische Maschine mit Schwungradbewegung aus der Prager Maschinenfabrik eingebaut[280]), welche einen Kubikmeter Wasser in der Minute 293 Meter hoch bei 3 Atmosphären Dampfüberdruck zu heben hat. Die Maschine ist eine liegende Zwillingsmaschine mit Schwungrad, an deren Dampfcylinder von 0,685 Meter Durchmesser sich die beiden Druckpumpencylinder mit 0,15 Meter Plungerdurchmesser unmittelbar anschliessen; der Hub der Dampf- und Plungerkolben beträgt 0,63 Meter. Die Dämpfe werden in einem auch hier wohlverwahrten Dampfrohre von Tage zugeführt. Die Maschine liefert 1 Kubikmeter Wasser in der Minute bei nur 30 Umdrehungen und bei $^1/_3$ Cylinderfüllung.

Eine Maschine nach gleichem Princip d. h. mit 2 liegenden Dampfcylindern und Schwungrad, variabler Expansion und Condensation, so wie mit hinter den Dampfcylindern liegenden doppeltwirkenden Druckpumpen ist zu Fohnsdorf auf einer der steierischen Eisenindustrie-Gesellschaft gehörenden Grube aufgestellt[281]). Dieselbe hat 3,16 Kubikmeter Wasser in der Minute 190 Meter hoch zu heben. Die von Tage in einer 0,250 Meter weiten Röhre zugeleiteten Dämpfe haben 4 Atmosphären Ueberdruck, die Dampfcylinder 0,84 Meter Durchmesser und 0,79 Meter Hub, denselben Hub haben die Plunger der Druckpumpen bei 0,275 Meter Durchmesser. Die Condensation erfolgt, indem das Dampfabführungsrohr mit einem Trichtersystem von 3 über einandergeschobenen Trichtern in Verbindung steht, in welches der ausgeblasene Dampf eintritt und durch welches gleichzeitig das durch die Saugpumpe angesaugte Wasser hindurchläuft, wobei die Condensation des Dampfes schnell und vollständig stattfindet, doch können

---

[279a]) Ebenda. Bd. 30B. S. 242.

[280]) Tökei in berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr.-ungar. Bergakademien von v. Hauer. Bd. 22. S. 439.

[281]) Hess ebenda. Bd. 24. S. 311.

die Dämpfe auch in den Sumpf abgeleitet werden oder auch frei ausblasen.

Eine Musteranlage ist von Professor Riedler in Gemeinschaft mit den Beamten der Gesellschaft für den Mayrau-Schacht der Prager Eisenindustriegesellschaft bei Kladno construirt und aufgestellt und arbeitet mit vorzüglichem Erfolg[281a]). Die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen sind Receiver-Compound-Maschinen mit Luftpumpencondensation, unter 90 Grad verstellten Kurbeln und Meyer'scher Expansionssteuerung. Sie haben im Hochdruckcylinder 660 Millimeter, im Niederdruckcylinder 930 Millimeter lichten Durchmesser bei 1 Meter Hub, drücken bei 3 Atmosphären effectiver Dampfspannung vor der Maschine mit 30 Doppelhüben 2 Kubikmeter, bei 45 Hüben 3 Kubikmeter Wasser auf 260 Meter Höhe durch ein Steigrohr von 220 Millimeter lichten Durchmesser, während das Saugrohr jeder Pumpe 180 Millimeter hat. Der Receiver liegt horizontal quer über den Dampfcylindern und ist mit Heizröhren versehen. Receiver und Dampfcylinder nebst Deckel werden mit frischem Dampf geheizt und sind mit doppelter Korkschicht und Holzmantel umhüllt. Die Maschine hat ein Schwungrad von 5 Meter äusserem Durchmesser und 8000 Kilogramm Schwungringgewicht. Jeder Cylinder betreibt zwei einfachwirkende Plungerdruckpumpen mit nach aussen gekehrten Stopfbüchsen; die Plunger sind von Gusseisen, die Stopfbüchsen haben Metallliderung. Bei normaler Druckhöhe hat die untere Maschine Plunger von 147 Millimeter Durchmesser, gegen welche Anfangs bei 310 Meter Druckhöhe solche von 135 Millimeter eingewechselt waren; die Plunger der oberen Maschine haben bei grösseren Wasserzugängen 175 Millimeter Durchmesser. Die Ventilkörper haben 14 Ventile von je 85 Millimeter Durchmesser aus Gusseisen, mit nicht über 5 Millimeter Hub und halten sich mit Hartgummiarmirung auf eisernem Sitz bei sicherer Führung und geräuschlosem Gang sehr gut. Jede Maschine kann nach Bedarf ohne Condensation, jedoch mit Hahn und Niederdruckwirkung, oder auch jede Hälfte als Einzelmaschine functioniren. Der Dampfverbrauch beträgt bei gewöhnlichem Betriebe ca. 8 Kilogramm in der Stunde auf die effective Pferdekraft. Der Maschinenraum hat 4,5 Meter Breite bei 3 Meter Höhe und 13 Quadratmeter freien Querschnitt über dem Fussboden. Die Maschine hat vom Schwungradmittel bis Ende der Pumpe 9,7 Meter Länge. Sie ruht, anstatt auf gusseisernem Rahmen, auf schmiedeeisernen Trägern.

Von neueren derartigen Maschinen sind beispielsweise noch zu erwähnen: eine eincylinderige mit Schwungrad, Condensation und Expansion auf der Steinkohlengrube cons. Gustav in Niederschlesien[282]), eine

[281a]) Riedler: die unterirdischen Compound-Wasserhaltungsmaschinen des Mayrau-Schachtes in Kladno. Berlin 1883. — Derselbe in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 27. S. 21. 81.

[282]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 21. S. 247.

gleichfalls eincylinderige Maschine mit Schwungrad, Expansion und Condensation zu Planitz bei Zwickau[283]), in gleicher Construction auf der Redengrube bei Saarbrücken[284]), ferner die Compound-Receiver-Maschinen auf der Gerhardgrube daselbst[284a]), eine Maschine in sehr grossen Dimensionen auf der Zeche Borussia in Westfalen[284b]).

Auch von einer unterirdischen stehenden Wasserhaltungsmaschine[285]) wird berichtet.

ee. Comprimirte Luft.

Auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat man die zu andern Zwecken aufgestellte Luftcompressionsmaschine benutzt, auf der zweiten Tiefbausohle des Albertschachtes 94,158 Meter unter Tage eine Druckpumpe zu betreiben[286]), welche bestimmt ist, Speisewasser für die Dampfkessel und Kühlwasser für die Luftcompressionsmaschine zu heben, aber auch die Wasser von der zweiten Tiefbausohle zu wältigen. Die Pumpe hat die Construction der Dampfspeisepumpen und wurde früher auch zu diesem Zweck benutzt. Die Pumpe steht auf einem Holzrahmen über einem kleinen Sumpfe und drückt die Wasser in einem 52 Millimeter weiten schmiedeeisernen Rohre zu Tage. Die Maschine verbraucht bei 20 Doppelhüben in der Minute 0,206 Kubikmeter Luft und hat eine theoretische Leistung von 1,30 Pferdekräften, während die effective Leistung 0,44 Pferdekräfte, der Nutzeffect also 0,35 beträgt. Die Pumpe arbeitet regelmässig während des Ganges der Luftcompressionsmaschine in der 10stündigen Tagesschicht, wird aber auch während der Nacht einige Stunden nach Bedürfniss betrieben, um sämmtliche Wasser der zweiten Sohle halten zu können. — Solche Maschinen sind für westfälische und schlesische Gruben von der Fabrik von Sievers & Comp. (Actiengesellschaft Humboldt) zu Kalk bei Deutz in neuerer Zeit mehrfach hergestellt worden[287]). — Auf englischen Gruben, z. B. der Morriston Grube und der Cawdor Grube bei Swansea in Südwales hat man solche Maschinen im Betriebe, deren Cylinder 0,305 Meter Durchmesser, 0,610 Meter Hub hat, und in welcher die comprimirte Luft direct auf einen Plunger von 0,127 Meter Durchmesser wirkt. Auf der Morriston Grube werden bei 45 Hüben in der Minute 18,5 Hektoliter Wasser gehoben; auf der Cawdor-Grube, wo der Plungerkolben dicker ist, werden 22,25 Hektoliter in der Minute gehoben[288]). Auch anderweitig

[283]) Ebenda. Bd. 23. S. 211.

[284]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 25 B. S. 234.

[284a]) Ebenda. Bd. 31 B. S. 13.

[284b]) Glückauf. Essen 1882. No. 73.

[285]) Steinhoff in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 20. S. 604.

[286]) Hasslacher in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17 B. S. 47.

[287]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 137.

[288]) Ebenda. S. 113. — Glückauf. Essen 1872. No. 12. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 347.

hat man in England auf die Wichtigkeit der directen Benutzung von comprimirter Luft zum Betriebe von Pumpen hingewiesen[289]). — Eine eigenthümliche Anwendung der comprimirten Luft zum Wasserheben hat der Bergwerksdirector Hilt auf den Gruben im Wurmrevier bei Aachen gemacht[290]). Ein cylinderisches Gefäss von 1,569 Meter Länge und 0,785 Meter Durchmesser, also 0,77 Kubikmeter Inhalt wird in den zu entleerenden Sumpf gelegt. An dem einen Deckel befindet sich eine nach Innen sich öffnende Klappe, durch welche das Wasser eintritt, durch den anderen Deckel geht ein Rohr, welches bis nahe an den Boden reicht und durch welches das in das Gefäss eingetretene Wasser in die Höhe gedrückt wird; ein anderes Rohr in dem Deckel dient zum Zuführen der comprimirten Luft, ein drittes zum Abführen derselben. Das Wasserrohr und das Luftzuleitungsrohr werden durch Hähne geschlossen, das Ableitungsrohr geöffnet, worauf das Wasser durch die sich öffnende Klappe in den Cylinder eintritt; sobald derselbe gefüllt ist, schliesst man das Luftableitungsrohr und öffnet die beiden anderen Röhren: die eindringende comprimirte Luft hält die Klappe geschlossen und drückt das im Cylinder befindliche Wasser durch das Wasserrohr zu Tage. Sobald der Cylinder geleert ist, schliesst man die geöffneten Hähne, worauf von Neuem Wasser in den Cylinder tritt und das Spiel von Neuem beginnt. Der Nutzeffect der Betriebsmaschine, welche die comprimirte Luft liefert, ist natürlich nur ein geringer und wird von Hilt nur zu 10 Procent angegeben; gegen den Effect der früher durch 15 Mann betriebenen Handpumpen ist der Vortheil des Apparats ein sehr bedeutender. — Auf ähnlichen Principien beruht die hydropneumatische Pumpe von Jarre[291]), doch wird hier der Ab- und Zufluss der Luftzuführung selbstthätig regulirt; ob der Apparat für bergbauliche Zwecke zur Benutzung gelangt ist oder überhaupt dazu geeignet sein möchte, geht aus den Mittheilungen nicht hervor, weshalb auf die Details nicht einzugehen sein dürfte. — Dieselbe Idee hat d'Ablaing[292]) für Bergwerke verfolgt, indem er vorgeschlagen hat, dass in dem Schachte in Entfernungen von je 25 Meter vom Wassersumpf bis zum oberen Ausguss übereinder derartige Reservoirs aufgestellt werden, von denen das unterste im Wassersumpf sich befindet und in welchen alternirend das Ventil zum Zufluss des Wassers und das Ventil zum Eintritt der atmosphärischen Luft selbstthätig geschlossen und geöffnet wird, so dass abwechselnd stets gleichzeitig die Reservoirs 1. 3. 5. u. s. w. mit Wasser und 2. 4. 6. u. s. w. mit Luft oder umgekehrt gefüllt sind. Das Rohr, durch welches das Wasser aus dem untersten Re-

---

[289]) The Mining Journal. London. Vol. 43. p. 541. 1043.

[290]) Glückauf. Essen 1871. No. 20. 28. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 359. — Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 21B. S. 298.

[291]) Dr. Grothe: allgem. deutsche polyt. Zeitung. Berlin 1875. S. 188.

[292]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 19. S. 524. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1876. S. 323.

servoir in die Höhe gedrückt wird, führt dasselbe durch das Bodenventil in das zweite Reservoir u. s. f. Der Vorschlagende bemerkt noch, dass die austretende Luft nach ihrer Thätigkeit im Reservoir noch zur Wettererfrischung verwendet werden könnte. Eine derartige Einrichtung soll in der That auf der Grube Stahlberg bei Müsen in einem niedrigen Gesenke verwendet worden sein, doch wird der Effect in betrieblicher und finanzieller Hinsicht nicht angegeben.

Benutzte Literatur.

I. Bücher.

Dr. Heinrich Achenbach. Die Bergpolizei-Vorschriften des Rheinischen Haupt-Berg-Districts nebst den Bestimmungen über deren Erlass und Handhabung. Köln 1859.
Allvin. Notice sur le système Chaudron pour le cuvelage des puits. Liège 1873.
Althaus. Das Berg- und Hüttenwesen auf der Weltausstellung zu Philadelphia im Jahre 1876. Berlin 1877.
Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873. Erstattet von der Centralcommission des deutschen Reiches für die Wiener Weltausstellung. Braunschweig 1874.
George G. André. A practical treatise on coal mining. London 1875.
Aug. Heinr. Beer. Erdbohrkunde. Ein Abschnitt aus den Aufschluss- und Ausrichtungs-Arbeiten der allgemeinen Bergbaukunde. Prag 1858.
Bericht der österreichischen Commission über die Ausstellung in Philadelphia im Jahre 1876. Wien 1877.
Bericht über Bergschulen im Bezirk der Kgl. Bergwerksdirektion zu Saarbrücken. Cursus 1881 bis 1883.
F. Bischof. Die Steinsalzwerke bei Stassfurt. Halle 1864; zweite Auflage, Halle 1875.
Gust. Bischof. Lehrbuch der Chemischen und Physikalischen Geologie. 2. Aufl. Bonn 1863.
A. Bochkoltz. Der patentirte, mittelst comprimirter Luft wirkende Kraftregenerator zur Beseitigung der durch selbstthätige Pumpenventile veranlassten erheblichen Arbeitsverluste. Wien 1869.
Dr. Fr. Boeckmann. Die explosiven Stoffe, ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung. Wien 1880.
Am. Bollée in le Mans. Das neue Dampf-Fortbewegungs-System. Berlin 1880.
L. von Bremen. Athmungs- und Beleuchtungsapparate und ihre Anwendung für den Bergbau. Kiel 1873.
L. von Bremen. Tragbarer Hochdruck-, Athmungs- und Beleuchtungs-Apparat (Tornister-Apparat). Kiel 1876.
Bruckmann. Magnalia Dei in Locis subterraneis oder unterirdische Schatzkammer aller Königreiche und Länder. Braunschweig 1727. 2. Theil. Wolfenbüttel 1830.
Bruckmann. Anleitung zur Anlage artesischer Brunnen. 1838.
Amadée Burat. La Géologie appliquée ou traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles. Paris 1843. 4. édition. Paris 1858/59. Deutsch von Heinr. Krause und J. P. Hochmuth. Berlin 1844.
Am. Burat. Le Matériel des Houillères. Paris 1860. Deutsch von C. Hartmann. Brüssel und Leipzig 1861.
Am. Burat. Les Houillères en 1867. D'après les documents de l'exposition universelle. Paris 1868. Dasselbe aus dem Jahre 1868. Paris 1869.
Am. Burat. Etudes sur les mines, théorie des gîtes metallifères. Deutsch von Dr. C. Hartmann.
Colladon. Die maschinellen Arbeiten zur Durchbohrung des Gotthardtunnels.
Ch. Combes. Traité de l'exploitation des mines. Paris 1844. Deutsch von Dr. C. Hartmann. Weimar 1844.
Ch. Combes. Traité complet de l'Aérage des Mines. Bruxelles 1840.
Bernhard Cotta. Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge. Freiberg 1850.
Bernh. Cotta. Die Lehre von den Flötzformationen. Freiberg 1856.
Bernhard von Cotta. Die Lehre von den Erzlagerstätten. Freiberg 1861.
Bernh. von Cotta. Die Geologie der Gegenwart. 3. Auflage. Leipzig 1872.
Dr. von Cotta und Dr. Müller. Atlas der Erdkunde. Leipzig 1874.
H. von Dechen. Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Als Manuscript gedruckt. Bonn 1869.
M. J. Degoussée. Guide du Sondeur ou Traité théorique et pratique des Sondages. Paris 1847.
Degoussée. Die Anwendung des Berg- oder Erdbohrers. Quedlinburg 1851.
M. J. Degoussée et Ch. Laurent. Guide du Sondeur ou traité théorique et pratique des Sondages. Paris 1861.

C. F. Delius. Anleitung zu der Bergbaukunst, nach ihrer Theorie und Ausübung nebst einer Abhandlung von den Grundsätzen einer Berg-Kammeralwissenschaft. Wien 1773. Zweite Auflage. Wien 1806.
Devillez. De l'exploitation de la houille à la Profondeur d'au moins mille mètres. 2. édit. Liège 1859.
Devillez. Ventilation des mines. Mons 1875.
C. Dittmar. Gebrauchsanweisung für Dualin. Charlottenburg 1869.
Dolezalek. Bemerkungen über Bohrmaschinenarbeit im Gotthard-Tunnel.
Drinker. A treatise on Tunneling, Explosive Compounds and Rock Drills. New-York.
von Dücker. Die Seileisenbahn. Separatabdruck aus dem Notizblatt des deutschen Vereins f. Ziegelfabrikation. 1871.
Gustav Dumont. Des affaisements du sol produits par l'exploitation houillère. Mémoire adressé à l'administration communale de Liège. Liège 1871.
M. Dunn. A Treatise on the Winning and Working of Collieries. 2. edition. Newcastle-upon-Tyne 1852.
Des Echelles mobiles dites *Fahrkunst.* Leur inventeur Hubert Sarton de Liège. Liège 1860.
Eichenauer. Die Seilscheibengerüste der Bergwerks-Förderanlagen. Leipzig 1877.
Eichler. Die Anwendung der Pulsometer (C. Henry Hall Patent) beim Wasserhaltungsbetriebe auf Adolfschacht der Braunkohlengrube Hermania bei Reichenwalde. Berlin 1878.
Erläuterungen zur Flötzkarte des Saarbrücker Steinkohlendistricts. Gotha, Justus Perthes.
Dr. H. Eulenberg. Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege.
Alfr. Evrard. Les moyens de transport appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics. Paris 1872.
Fauck. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig 1877.
Förderwagen auf den Königl. Steinkohlengruben bei Saarbrücken.
C. W. Frommann. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren. Koblenz 1835.
Justus Fuchs. Das Nobel'sche Sprengpulver Dynamit in Californien. Hamburg 1868.
M. F. Gaetzschmann. Vollständige Anleitung zur Bergbaukunst. Erster Theil. Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Freiberg 1856. Zweite Ausgabe. Leipzig 1866.
M. F. Gaetzschmann. Vollständige Anleitung zur Bergbaukunde. Dritter Theil. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.
M. F. Gaetzschmann. Anleitung zur Grubenmauerung. Schneeberg 1881.
Dr. H. B. Geinitz, Dr. H. Fleck u. Dr. E. Hartig. Die Steinkohlen Deutschlands und der angrenzenden Länder Europa's, ihre Natur, Lagerungsverhältnisse, Verbreitung, Geschichte, Statistik und technische Verwendung. München 1865.
Gendebien. Les Ventilateurs des mines. Bruxelles 1882. Supplément 1883.
Dr. Gintl. Die Zündwaaren und Explosivstoffe. Officieller Ausstellungsbericht herausgegeben durch die Generaldirektion der Wiener Weltausstellung (Gruppe III, Section 5). Wien 1873.
R. Gottgetreu. Physikalische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, deren Wahl, Verhalten und zweckmässige Verwendung. Berlin 1869. · Zweite Auflage, Berlin 1874.
H. C. Greenwell. A Practical Treatise on Mine Engineering. Newcastle-upon-Tyne 1855.
J. Grimm. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869.
A. von Groddeck. Ueber die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes. Berlin 1867.
Dr. von Groddeck. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Ein Zweig der Geologie. Leipzig 1879.
Dr. Ad. Gurlt. Der Darlington-Gesteinbohrer. Bonn 1875.
Dr. A. Gurlt. Die Verhütung von Explosionen schlagender Wetter in Steinkohlenbergwerken. Bonn 1880.
Dr. A. Gurlt. Ueber den Abbau Grubengas führender Steinkohlenflötze. Dresden 1883.
G. Hagen. Handbuch der Wasserbaukunst. Königsberg 1841.
Handbuch für Minenarbeiter. Dynamit-Aktien-Gesellschaft vorm. A. Nobel & Comp. Hamburg 1882.
Dr. C. Hartmann. Die Fortschritte der Bergbaukunst seit den letzten zehn Jahren. Weimar 1852.
Dr. C. Hartmann. Jahresbericht über die Fortschritte der Bergbaukunst im Jahre 1859. Leipzig 1860.
Julius Ritter von Hauer. Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1870.
J. Ritter von Hauer. Die Fördermaschinen der Bergwerke. 2. Aufl. Leipzig 1874.
J. Ritter von Hauer. Die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1879.
J. Fr. Ludw. Hausmann. Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807. Göttingen 1811.
Dr. Ludw. Hirt. Die Krankheiten der Arbeiter. Breslau und Leipzig 1873.
H. Hoefer. Die Petroleumindustrie Nordamerika's in geschichtlicher, wirthschaftlicher, geologischer und technischer Hinsicht. Wien 1877.
H. Hoefer. Beiträge zur Spreng- und Minen-Theorie. Wien 1880.
H. Hoefer. Die Ausrichtung der Verwerfungen. Wien 1881.
G. Hoelder. Fortschritte in der Construction der Pumpen. Weimar 1867.
Hoermann. Die neuen Wasserhaltungsmaschinen. Berlin 1874.
O. Hoppe. Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Clausthal 1880.
L. E. Hrdina. Geschichte der Wieliczkaer Saline. Wien 1842.

Jarolimek. Gesteins-Drehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers. Wien 1881.
Jicinsky. Katechismus der Grubenerhaltung für Grubensteiger und Grubenaufsichtsorgane. Mährisch-Ostrau 1876.
Ingenieurs Taschenbuch, herausgegeben von dem Verein „Hütte". Berlin 1865.
Dr. C. J. B. Karsten. Grundriss der Metallurgie und der metallurgischen Hüttenkunde. Breslau 1818.
Dr. C. J. B. Karsten. System der Metallurgie. Berlin 1831.
Dr. C. J. B. Karsten. Metallurgische Reise durch einen Theil von Baiern und durch die süddeutschen Provinzen Oesterreichs. Halle 1821.
Dr. C. J. B. Karsten. Lehrbuch der Salinenkunde. Berlin 1846.
Bruno Kerl. Der Communion-Unterharz. Freiberg 1853.
C. G. Kind. Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.
Mich. Köngoes-Tóth. Ueber Tunnelbau. Wien 1875.
Mich. Kopf. Beschreibung des Salzbergbaues zu Hall in Tyrol. (Besonders abgedruckt aus Karsten und von Dechen Archiv. Band XIV.) Berlin 1841.
Dr. Kuborn. Etudes sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs, employés aux exploitations houillères en Belgique. Paris 1863.
K. A. Kühn. Handbuch der Geognosie. Freiberg 1836.
Lauer. Spreng- und Zündversuche mit Dynamit und Schiessbaumwolle. Wien 1872.
Lauer. Anleitung für die rationelle Verwendung des Dynamits. Wien 1875.
Leo. Lehrbuch der Bergbaukunde. Quedlinburg 1861.
F. H. Lottner. Geognostische Skizze des Westfälischen Steinkohlengebirges. Iserlohn 1859.
G. Luckow. Ueber Sprengpulver und Sprengpulversurrogate mit besonderer Berücksichtigung eines neuen, von der Firma Gebr. Krebs und Comp. zu Deutz bei Köln unter dem Namen „verbesserter Lithofracteur" in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz 1869.
Derselbe. Erster Nachtrag hierzu. Deutz 1870.
Julius Mahler. Die moderne Sprengtechnik. Wien 1873. Desgl. Wien 1875.
Marsaut. Etude sur la Lampe de Sûreté des Mineurs. Alais 1883.
Dr. W. Michaelis. Die hydraulischen Mörtel, insbesondere der Portland-Cement in chemisch-technischer Beziehung, für Fabrikanten, Bautechniker, Ingenieure und Chemiker. Leipzig 1869.
C. L. Moll und G. Reuleaux. Constructionslehre für den Maschinenbau. Braunschweig 1854.
C. H. Müller. Geognostische Verhältnisse und Geschichte des Bergbaues der Gegend von Schmiedeberg u. s. w. Freiberg 1867.
F. Neumann. Hydraulische Motoren. Weimar 1868.
G. A. Neumeyer. Schiess- und Sprengpulver. Leipzig bei C. W. L. Naumburg.
Alfred Nobel. Gebrauchsanweisung für Dynamit. Hamburg 1870.
F. Odernheimer. Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Wiesbaden 1865.
Péclet. Traité de la chaleur considerée dans ses application. 3. édition, Paris 1860/61. Deutsch von Dr. C. Hartmann. Leipzig 1860.
Pernolet. L'air comprimé et ses applications. Paris 1876.
Philipp. Report on the Ventilation of Mines and Collieries. 1850.
Pieler. Ueber einfache Methoden zur Untersuchung der Grubenwetter. Aachen 1883.
A. T. Ponson. Traité de l'Exploitation des Mines de Houille. Liège 1852.
Redtenbacher. Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren. Mannheim 1854.
Report of the Commissioners appointed to inquire into the condition of all mines in Great Britain, to which the provisions of the act 23 et 24 Vict. cap. 151. do not apply. London 1864.
Reports on the Gases and Explosions in Collieries by de la Bèche, Playfair, Smyth.
Riedler. Brandts hydraulische Gesteinbohrmaschine. Wien 1877.
Riedler. Gesteinbohrmaschinen und Luftcompressionsmaschinen. Wien 1877.
Riedler. Indicatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen. München 1881.
Riedler. Die unterirdischen Compound-Wasserhaltungsmaschinen des Mayrau-Schachtes in Kladno. Berlin 1883.
P. Rittinger. Centrifugal-Ventilatoren und Centrifugalpumpen. Theorie und Bau aller Arten derselben. Wien 1858.
Ferd. Rittler. Anleitung, mächtige Kohlenflötze am wohlfeilsten, gefahrlosesten, zweckmässigsten und mit dem geringsten Kohlenverluste nach rein praktischen Grundsätzen abzubauen. Eine gekrönte Preisschrift. Brünn 1857.
G. H. August Rost. Deutsche Bergbohrer-Schule. Thorn 1843.
Ržiha. Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst. Berlin 1867.
Fr. Ržiha. Erfahrungen über eiserne Stollnrüstung. Wien 1882.
Carl Sachs. Ueber Gesteinbohrmaschinen im Allgemeinen, und speciell über deren Anwendung, mit comprimirter Luft getrieben, beim Streckenbetrieb auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen. Aachen 1865.
Schachtquerschnitte der Königlichen Steinkohlengruben bei Saarbrücken. Saarbrücken 1875.
Schaltebrand. Der Pulsometer. Berlin 1877.
Dr. Schlockow. Die Gesundheitspflege und die medicinische Statistik beim preussischen Bergbau. Berlin 1881.
Joh. Chr. Lebr. Schmidt. Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827.
Joh. Chr. Lebr. Schmidt. Theorie der Verschiedenheit älterer Gänge. Frankfurt a. M. 1810.

Dr. Ernst Ludw. Schubarth. Elemente der technischen Chemie. Erste Ausgabe, Berlin 1831. Vierte Ausgabe, Berlin 1851.
Ed. Schultze. Das neue chemische Schiesspulver und seine Vorzüge vor dem schwarzen Schiesspulver und dessen Surrogaten. Berlin 1865.
Fr. Ritter von Schwind. Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Oesterreich. Prag.
Dr. Ferd. Senft. Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, als Erzeugungsmittel neuer Erdrindelagen. Leipzig 1862.
Sickel. Die Grubenzimmerung. Freiberg 1872.
Der Silber- und Blei-Bergbau zu Przibram. Festschrift. Herausgegeben von der k. k. Bergdirektion zu Przibram. Wien 1875.
E. Soulié et A. Lacour. Materiél et procédés de l'exploitation des mines. Paris.
Sprengstoffe der Dynamit-Actien-Gesellschaft vorm. A. Nobel & Comp. Hamburg 1882.
Dr. F. M. Stapff. Ueber Gesteinbohrmaschinen. Verlag des Verfassers. 1869.
Leo Strippelmann. Die Tiefbohrtechnik im Dienste des Bergbau's und der Eisenbahntechnik in Beziehung auf ihren Entwickelungsstandpunkt der Gegenwart. Halle a. d. S. 1877. Zweite Auflage, Leipzig 1881.
L. Tetmajer. Die Nobel'schen Nitroglycerin-Präparate. Zürich.
J. Trauzl. Explosive Nitrilverbindungen, insbesondere Dynamit und Schiesswolle, deren Eigenschaften und Verwendung in der Sprengtechnik. Wien 1870.
J. Trauzl. Dynamite. Ihre ökonomische Bedeutung und ihre Gefährlichkeit. Wien 1876.
Dr. J. Upmann und Dr. E. v. Meyer. Das Schiesspulver, die Explosivkörper und die Feuerwerkerei. Braunschweig 1874.
Héron de Villefosse. De la richesse minérale. Paris 1820. Deutsch von C. Hartmann. Sondershausen 1822.
Dr. Aug. Vogel. Der Torf, seine Natur und Bedeutung. Braunschweig 1859.
Dr. Aug. Vogel. Praktische Anleitung zur Werthbestimmung von Torfgründen und Torfwerkanlagen. München 1861.
Dr. Julius Weisbach. Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinenmechanik Vierte Auflage, Braunschweig 1851 bis 1863.
G. A. v. Weissenbach. Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem Sächsischen Erzgebirge. Leipzig 1836.
Wöhler. Grundriss der anorganischen Chemie. Berlin 1863.
Dr. Chr. Zimmermann. Das Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde. Darmstadt 1834.
Dr. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1878.

II. Zeitschriften.

Allgemeine Bauzeitung mit Abbildungen. Redigirt und herausgegeben von *Heinrich* und *Emil Ritter von Förster*, Architekten. Expedition der allgemeinen Bauzeitung. Wien.
Allgemeine Berg- und Hüttenmännische Zeitung. Mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geognosie. Redacteur: *Dr. C. Hartmann.* Quedlinburg 1859 bis 1863.
Allgemeine deutsche polytechnische Zeitung. Herausgegeben von *Dr. Herm. Grothe.* Berlin.
American Journal of mining. New-York.
Annalen der Physik und Chemie. Herausgegeben zu Berlin von *J. C. Poggendorf.* Leipzig, Verlag von J. A. Barth.
Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Herausgegeben von *Glaser.* Berlin.
Annales des mines ou Recueil de Mémoires sur l'Exploitation des Mines. Paris.
Annales des travaux publics de Belgique. Documents scientifiques industriels ou administratifs, concernant l'art des constructions, les voies de communication et l'industrie minérale. Bruxelles.
Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Herausgegeben von *Dr. C. J. B. Karsten.* Berlin 1818 bis 1831.
Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Herausgegeben von *Dr. C. J. B. Karsten* von 1829 bis 1837, von *Dr. C. J. B. Karsten* und *Dr. von Dechen* von 1838 bis 1854. Berlin.
Bergmännisches Taschenbuch für alle Freunde der Bergwerks-Industrie im Besonderen derjenigen Oberschlesiens. Herausgegeben von *R. von Carnall* und *O. Krug von Nidda.* Gleiwitz 1844. 1845. 1846. 1847.
Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalt zu Leoben. Redacteur: Director *Tunner.* Wien.
Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalten zu Leoben und Przibram. Redacteur: *Peter Tunner.* Wien. (Fortsetzung des Vorhergehenden.)
Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademien Schemnitz und Leoben und der k. k. Montanlehranstalt Przibram. Redacteur: *G. Faller.* Wien. (Fortsetzung des Vorhergehenden.)

Fortsetzung des Vorigen. Redacteur: *Julius Ritter von Hauer.*
Berg- und Hüttenmännische Zeitung mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geognosie. Redacteur: *C. Hartmann.* Freiberg 1842 bis 1858.
Berg- und Hüttenmännische Zeitung. Redaction: *K. R. Bornemann* und *Bruno Kerl.* Freiberg 1859 bis 1863.
Berg- und Hüttenmännische Zeitung. Redaction: *Bruno Kerl* und *Friedr. Wimmer.* Leipzig 1864 bis 1876.
Der Berggeist. Zeitung für Berg- und Hüttenwesen und Industrie. Köln.
Der Bergwerksfreund, ein Zeitblatt für Berg- und Hüttenleute, für Gewerken. Eisleben.
Breslauer Gewerbeblatt. Organ des Breslauer und schlesischen Centralgewerbevereins. Redacteur: *Dr. Fiedler.* Breslau.
Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris.
Chemiker-Zeitung. Köthen.
Die chemische Industrie. Monatsschrift von *Dr. Jacobsen.* Berlin.
Chemisches Centralblatt. Redigirt von *Dr. R. Arendt.* Leipzig.
Centralblatt der Bauverwaltung. Berlin.
Der Civilingenieur. Leipzig.
Comptes rendus des Séances de l'Académie française des sciences. Paris.
Deutsche Industriezeitung.
Deutscher Reichs- und Preussischer Staats-Anzeiger. Berlin.
Deutsche Töpfer- und Ziegler-Zeitung. Berlin.
Eisenbahn-Verordnungsblatt. Berlin.
The Engineer. London.
The Engineering and Mining Journal. New-York.
Erfahrungen im Berg- und Hüttenmännischen Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen. Zusammengestellt aus den amtlichen Berichten der k. k. österreichischen Berg-, Hütten- und Salinen-Beamten von *P. Rittinger*, k. k. Sectionsrath. Wien.
Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitung für den Niederrhein und Westfalen. Zugleich Organ des Vereins für die bergbaulichen Interessen. Beilage zur Essener Zeitung. Essen.
Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann. Herausgegeben und verlegt von der *Königl. Bergakademie zu Freiberg.* Freiberg.
Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt zu Wien. Wien.
Jahrbuch des Schlesischen Vereins für Berg- und Hüttenwesen. Breslau 1859. 1860. 1861.
Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Herausgegeben von *K. C. von Leonhard* und *H. G. Bronn.* Stuttgart.
Jahrbuch, neues, für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Herausgegeben von *G. Leonhard* und *H. B. Geinitz.* Stuttgart.
Jahresbericht über die Fortschritte der reinen pharmaceutischen und technischen Chemie von Justus Liebig und *Herm. Kopp.*
Illustrirtes Patentblatt. Berlin.
Journal des Mines et des Eaux et Forêts. Organ spécial des Industries Minière, Houillère et Metallurgique en France et à l'Etranger. Paris.
Journal of the Chemical Society. London.
Magazin für die Literatur des Auslandes. Herausgegeben von *Jos. Lehmann.* Berlin.
The Mechanics' Magazine and Journal of Engineering, Agricultural Machinery, Manufactures and Shipbuilding, London.
The Mining Journal. Railway and Commercial Gazette. Forming a Complete History of the Commercial and Scientific Progress of Mines and Railways, and a Carefully Collated Synopsis, With Numerous Illustrations of All New Inventions and Improvements in Mechanics and Civil Engineering. London.
Mittheilungen aus der Tageslitteratur des Eisenbahnwesens. Berlin.
Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Wien.
Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin.
Die Natur. Halle.
Der Naturforscher. Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in den Naturwissenschaften. Herausgegeben von *Dr. W. Sklarek.* Berlin.
Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Wien. Redigirt von *O. Freiherrn von Hingenau*, seit dessen Tode (1872) von *Ad. Patera* und *Ferd. Stöhr*, seit 1874 von *A. Patera* und *Eg. Jarolimek*, seit 1877 von *Eg. Jarolimek*, seit 1881 von *Hanns Hoefer* und *C. von Ernst.*
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung. Organ des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Herausgegeben von *Edm. Heusinger von Waldegg.* Wiesbaden.
Polytechnisches Journal. Herausgegeben von *Dingler.* Stuttgart und Augsburg.
Polytechnisches Centralblatt. Herausgegeben von *Dr. Schnedermann* und *Böttcher.* Leipzig.
The Practical Mechanics' Journal. London.
Der praktische Maschinenconstructeur. Zeitschrift für Maschinen- und Mühlenbauer, Ingenieure und Fabrikanten. Von *W. Uhland.* Leipzig.
Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers in Leeds.

Proceedings of the Royal Science. London.
Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics, des Sciences et des Arts appliqués à l'industrie, publiée sous la Direction de *M. Ch. de Cuyper.* Paris et Liège.
Schlesische Zeitung. Breslau.
Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden.
Technisches Wörterbuch oder Handbuch der Gewerbskunde von *Karl Karmarsch* und *Dr. Fr. Heeren.* Prag.
Thonindustrie-Zeitung. Berlin.
Transactions of the American Institute of Mining Engineers. New-York.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. Bonn.
Verhandlungen des Vereins für Eisenbahnkunde. Berlin.
Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen. Berlin.
Wochenschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. Berlin.
Zeitschrift für Bauwesen. Redigirt von *H. Erbkam.* Berlin.
Zeitschrift für das Berg-. Hütten- und Salinenwesen in dem preuss. Staate. Herausgegeben im Ministerium für (Handel, Gewerbe und) öffentliche Arbeiten. Berlin.
Zeitschrift für Bergrecht. Redigirt und herausgegeben von *Dr. H. Brassert* (und *Dr. H. Achenbach*). Bonn.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.
Zeitschrift, Electrotechnische. Herausgegeben vom electrotechnischen Verein. Berlin.
Zeitschrift des oberschlesischen berg- und hüttenmännischen Vereins. Kattowitz.
Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Hannover.
Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Redigirt von *R. Ziebarth.* Berlin.
Zeitschrift für Gewerbe, Handel und Volkswirthschaft mit besonderer Berücksichtigung des Bergbaus und Hüttenwesens. Organ des oberschlesischen berg- und hüttenmännischen Vereins. Redacteur: *Dr. Ad. Frantz* in Beuthen O. S.
Zeitschrift des berg- und hüttenmännischen Vereins für Kärnthen. Klagenfurt.
Zeitschrift für Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlen-Industrie. Halle.

